



RB 65411



Library
of the
University of Toronto



Exhibits

MÉMOIRES

ET

OBSERVATIONS

DE CHIMIE.

THE POWER

OF THE

WIND

MÉMOIRES

ET

OBSERVATIONS DE CHIMIE,

PAR M. DE FOURCROY, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris, Censeur Royal, de la Société Royale de Médecine, de celle d'Agriculture, Professeur de Chimie au Jardin du Roi & à l'Ecole Royale Vétérinaire.

POUR servir de suite aux Elémens de Chimie, publiés en 1782, par l'Auteur.



A PARIS,

Chez CUCHET, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXIV.

Sous le Privilège de l'Académie Royale des Sciences.

MÉMOIRES

DE L'ÉCOLE

DES ÉCRIVAINS

DE QUÉBEC



Digitized by the Internet Archive
in 2009 with funding from
University of Ottawa



AVERTISSEMENT.

LES Mémoires & les Observations de Chimie que je publie aujourd'hui sont le fruit de mes travaux particuliers depuis l'année 1776. La plupart ont été lus à l'Académie royale des Sciences, qui a bien voulu les accueillir & leur donner son approbation. J'aurois attendu que cette Compagnie savante les eût publiés parmi ceux des savans étrangers, si leur nombre qui s'accroissoit successivement, m'eût laissé l'espoir de les voir bientôt connus du public; mais la multiplicité des travaux de tous les Savans de l'Europe qui destinent le tribut de leurs veilles & de leurs recherches à cette célèbre Société, & qui méritent à tous égards d'occuper avant moi une place dans les fastes de son histoire,

vj *AVERTISSEMENT.*

me force de renoncer à cette espérance flatteuse.

D'ailleurs les faits nouveaux qu'on observe ou qu'on découvre en chimie, ne sont pas comme ceux qui appartiennent aux autres branches de la physique. Les progrès rapides de cette science, la carrière nouvellement ouverte aux chimistes, le nombre des travailleurs qui se multiplie tous les jours, font désirer que les découvertes & les recherches particulières soient connues le plutôt possible, soit pour l'avancement de la science en elle-même, soit pour assurer aux Auteurs le droit d'antériorité & le prix de leurs travaux.

Cette vérité est si reconnue aujourd'hui, qu'il m'est permis de craindre que plusieurs des objets traités dans mes premiers Mémoires offerts en 1777,

AVERTISSEMENT. vij

1778, &c. à l'Académie, ne paroissent pas aussi piquans & aussi importants qu'ils sembloient l'être dans le tems où je les ai rédigés. Tels sont les Mémoires sur la différence des précipités obtenus des dissolutions de fer par les alkalis en différens états, sur la rouille de ce métal, sur le gaz inflammable des marais, sur la détonation du nitre, &c.

Outre les dissertations suivies sur différens objets qui composent ce recueil, il contient encore un assez grand nombre d'observations sur plusieurs phénomènes particuliers. La plupart offrent des faits qui n'étoient pas connus, & que le hasard m'a souvent présentés. Telles sont l'action de l'alkali fixe caustique bien pur sur le soufre, l'antimoine & le kermès à froid, celles

viiij *AVERTISSEMENT.*

de l'acide marin sur le régule d'antimoine, qui a lieu par le tems & le seul contact, de l'eau de chaux & de la magnésie sur le bleu de Prusse, &c. Quelques autres sont destinées à exposer des théories nouvelles sur plusieurs phénomènes qui ne m'ont point paru encore expliqués. C'est sous ce point de vue qu'il faut considérer le *Mémoire* sur les affinités doubles page 308, les *Remarques* sur la cause de l'ébullition de l'eau page 334, les *Observations* sur l'incombustibilité considérée comme caractère des matières salines page 349, l'*Explication* de la déliquescence & de l'efflorescence des sels neutres page 375, &c. Ces dernières sont des *Additions* aux *Leçons Élémentaires* de *Chimie* que j'ai publiées il y a deux ans, & elles m'ont paru néces-

AVERTISSEMENT. ix

fares pour éclaircir plusieurs points de chimie sur lesquels les savans n'avoient point encore prononcé.

J'ai fait précéder ces différens Mémoires de quelques Réflexions sur l'art de faire des expériences de recherches, & sur celui d'observer & de décrire les phénomènes chimiques. Je n'ai eu intention d'attaquer personne dans ces Réflexions, & je n'ai fait que témoigner mon étonnement sur la prodigieuse facilité avec laquelle quelques chimistes modernes réussissent dans leurs essais, & adoptent avec une sécurité étonnante des théories nouvelles fondées sur un petit nombre d'expériences qui me paroissent peu décisives. Ou je me trompe fort, ou les expériences de chimie sont beaucoup plus délicates & beaucoup plus difficiles qu'on ne le dit commu-

x *AVERTISSEMENT.*

nément. Rien n'est si aisé que de faire des mélanges , des distillations , &c. mais rien ne m'a jamais paru plus embarrassant , plus épineux , que de prendre un parti décisif sur la nature de ces expériences & sur les inductions qu'on doit en tirer. On est quelquefois obligé de douter , & d'attendre des faits plus concluans pour prononcer. Tel est le parti que j'ai pris souvent , & je me suis fait un devoir d'imiter à cet égard les hommes célèbres qui ont rendu de si grands services aux sciences dans le siècle qui nous a précédés & dans celui qui s'écoule.





T A B L E
DES MÉMOIRES
ET DES OBSERVATIONS
DE CHIMIE,

Contenus dans ce Volume.

*M*ÉMOIRE sur l'art de faire des recherches de chimie , & sur celui d'observer & de décrire les phénomènes chimiques , page 1

Premier Mémoire sur la différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques & non caustiques , 28

Lu à l'académie royale des sciences , en
décembre 1777.

Second Mémoire sur la différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques ou non caustiques , 73.

Lu à l'académie , le 24 janvier 1778.

- Troisième & dernier Mémoire sur la différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques ou non caustiques ,* 96
- Mémoires sur les propriétés du sel neutre résultant de la combinaison de l'acide craieux avec le fer ,* 118
- Premier Mémoire sur le gaz inflammable des marais ,* 151

Lu à l'académie , le 4 mars 1780.

- Second Mémoire sur le gaz inflammable des marais ,* 167

Lu à l'académie , le 6 juillet 1782.

- Mémoire sur la détonation du nitre & sur les phénomènes qu'elle présente ,* 190

Lu à l'académie , le 9 février 1780.

- Mémoire sur la cause de la détonation de la poudre fulminante ,* 213

Lu à l'académie , le 12 février 1780.

- Mémoire sur la décomposition du tartre*

vitriolé par quelques substances métalliques , 225.

Lu à l'académie , en avril 1783.

Recherches sur la nature des principaux réactifs & sur l'usage qu'on peut en faire dans l'analyse des eaux minérales , 265

Lues à la séance publique de la société royale de Médecine, du mois de février 1781.

Exposé d'une nouvelle manière d'expliquer à l'aide des nombres la cause des décompositions opérées par les affinités doubles , 308

Lu à l'académie , le 3 mars 1784.

Description d'un appareil propre à examiner en petit l'effet de l'air pur ou vital porté à la surface d'un charbon enflammé sur les corps exposés à la chaleur vive qu'il excite , 324

Remarques sur la cause de l'ébullition de l'eau & sur les phénomènes qui l'accompagnent , 334

Description du feld-spath cristallisé que l'on trouve mêlé avec le cristal de roche & le mica , dans les environs d'Alençon , 342

Présentée à l'académie , le 1 mai 1784.

Observations sur l'incombustibilité considérée comme caractère des matières salines en général , 349

Note sur la difficulté qu'il y a d'obtenir les alkalis fixes caustiques solides bien purs , 360

Lue à l'académie , le 6 mars 1784.

Réflexions sur la nécessité d'employer l'alkali volatil en état de gaz dans les expériences délicates de la chimie , 366

Lues à l'académie , le 17 mars 1784.

Nouvelle théorie de la déliquescence & de l'efflorescence des sels neutres , 375

Lue à l'académie , le 2 avril 1784.

Observation sur l'impureté du sel d'Epsom

du commerce , & sur le sel marin de magnésie qui lui est uni , 382

Lue à l'académie , le 2 avril 1784.

Remarques sur la différence du foie d'arsenic & du sel neutre arsenical , & sur la cause de cette différence , 388

Présentées à l'académie , le 1 mai 1784.

Examen des phénomènes que présente l'alkali fixe caustique , lorsqu'on le triture à froid avec le kermès minéral , le soufre & l'antimoine , 392

Lu à l'académie , le 24 mars 1784.

Observation sur la dissolution lente du régule d'antimoine par l'acide marin , 405

Présentée à l'académie , le 1 mai 1784.

Note sur la décoloration du bleu de Prusse par la chaux , la magnésie , &c. 409

Lue à l'académie , le 5 mai 1784.

Observation sur un précipité rose mercuriel produit par le lait , 415

Présentée à l'académie , le 1 mai 1784.

<i>Note sur un esprit recteur ambre' retiré de la bile ,</i>	419
<i>Essai sur une nouvelle théorie propre à ex- pliquer les phénomènes de la combus- tion , de la calcination , de la décom- position & de la récomposition de l'eau & des acides ,</i>	423
<i>Additions & corrections pour le Mémoire sur les affinités doubles ,</i>	430





MÉMOIRES

E T .

OBSERVATIONS DE CHIMIE.

M É M O I R E sur l' Art de faire des recherches de Chimie, & sur celui d'observer & de décrire les phénomènes chimiques.

BEAUCOUP de physiciens nous ont déjà fait connoître la difficulté de l'art de faire des expériences, ils ont insisté sur toutes les circonstances nécessaires pour constituer de bonnes observations. Presque tous se réunissent à recommander aux hommes qui veulent s'appliquer à la partie expérimentale de la phy-

A

fique, de mettre la main à l'ouvrage sans attendre tel ou tel résultat, & sans desirer auparavant d'obtenir tel ou tel phénomène; ils veulent sur-tout qu'on ne travaille point d'après des hypothèses & des opinions, parce qu'il est à craindre que l'esprit sans cesse occupé de ces objets qui y sont fortement gravés, ne s'oppose à la perception exacte des phénomènes, & en troublant les organes, n'entraîne le jugement dans des erreurs, dont ils prétendent qu'il est bien difficile de se défendre. En effet, il est démontré pour tout homme qui a interrogé la nature, & qui a tenté des expériences, que l'on est naturellement porté à desirer la conformité de leurs résultats avec les opinions qu'on s'est formées, & que, s'il se présente le moindre phénomène analogue à ce qu'on souhaitoit, quoique cette analogie ne soit rien moins que complete, on est, comme malgré soi, engagé à voir, & même à dire aux autres que l'on a vu, ce qui n'est souvent que le prestige de l'imagination, ou le délire de l'esprit. Telle est sans doute la cause la plus fréquente des erreurs, des contradictions, des oppositions qui se sont répandues dans les sciences physiques & en particulier dans la chimie. Il n'est pas rare dans cette dernière de

trouver plusieurs personnes qui, ayant fait la même expérience, prétendent avoir obtenu différens résultats; cependant la nature est la même par-tout, elle doit opérer dans un laboratoire comme dans un autre; & si ses réponses ne sont pas les mêmes pour tous les hommes, c'est sans doute parce qu'ils ne l'interrogent pas tous de la même manière.

Tous les efforts d'un savant qui cherche de bonne-foi la vérité par la voie des expériences, doivent donc se porter à écarter toute opinion, toute préoccupation de ses recherches; mais ce premier objet une fois rempli, il en est encore un autre sur lequel les chimistes doivent plus que tous les autres savans insister avec beaucoup de soin; c'est l'art de faire des expériences, & sur-tout celui d'en décrire convenablement les phénomènes.

L'art expérimental n'est rien moins que facile; il est évident que je n'entends pas par-là celui de faire les principales opérations de la chimie, telles que des distillations, des évaporations, des cristallisations que l'habitude rend bientôt praticables pour les hommes les moins propres aux sciences, & qui quelque bien qu'on les fasse, ne constitueront

jamais qu'un métier. Cette partie pratique de la chimie demande, à la vérité, des qualités physiques, une adresse naturelle, des organes bien constitués, qui ne se rencontrent pas par-tout, mais que l'on peut toujours acquérir à un certain degré par l'usage. Ce que j'appelle au contraire l'art expérimental, exige de profondes connoissances théoriques. Pour y faire des progrès, & pour rendre à la chimie de véritables services, il faut réunir une imagination vive sans être fougueuse, au jugement le plus sain & à la patience la plus calme; cette réunion est d'autant plus difficile, qu'elle semble être presque toujours refusée par la nature. En effet, l'homme né avec le génie des sciences physiques, & qui se livre aux spéculations philosophiques sur la chimie, n'a pas en général cette adresse, cette sage lenteur même qui est nécessaire pour réussir dans la pratique; s'il veut exercer l'art des expériences chimiques, il se hâte; le tems des opérations lui paroît toujours trop long; ses mains n'obéissent point assez vite aux ordres de son imagination, ou plutôt cette dernière devance toujours la fin des expériences; il aime mieux deviner, pour ainsi dire, les résultats, que de les attendre. Heureusement que ces hommes

sont rares ; si la nature ne produisoit que ceux-là , la science ne seroit bientôt plus que conjecturale ; & plus elle paroîtroit s'enrichir , plus elle s'appauvriroit réellement. Mais il existe une autre classe d'hommes dont les organes moins actifs & l'esprit plus calme les portent à ne trouver de véritable plaisir que dans la pratique des opérations de chimie ; ils s'y dévouent avec cette retenue , cette circonspection qui assurent l'exa^ctitude des résultats , & c'est à leurs travaux que la science doit la solidité de ses fondemens.

Envain les théoriciens ont-ils voulu s'élever au-dessus de cette classe de travailleurs , on leur opposera toujours , & avec raison , que , sans eux , ils ne seroient rien , & qu'ils sont utiles , non-seulement pour éclairer & diriger leurs spéculations , mais encore pour corriger les erreurs dans lesquelles ils sont souvent tombés. Ces distinctions , quoique fondées par la nature , sont aujourd'hui affoiblies & rendues presque nulles par les efforts de l'art , depuis qu'on ne fait plus un pas dans les sciences physiques , sans être précédé par le flambeau de l'expérience ; on a renoncé à ces raisonnemens vagues & futils , qui partageoient les chimistes il n'y a pas encore bien long-

tems. Tous ceux qui s'occupent de chimie n'avancent plus aucune assertion sans qu'elle soit fondée sur des faits, & il n'est plus permis de parler de cette science, sans s'être livré à l'observation des phénomènes naturels qui la constituent.

Cependant, quoiqu'il semble que l'on travaille de tout côté, & qu'il y ait par-tout des laboratoires en activité, il existe nombre de faits sur lesquels on n'est point encore d'accord, même parmi ceux qui se présentent le plus fréquemment; il faut donc que cela tienne à la difficulté même de l'art de faire des expériences, & c'est ce que je vais essayer de démontrer.

Personne ne peut nier que ce ne soit à l'exécution des loix établies par la nature, que tous les phénomènes chimiques sont dus; cette vérité n'a été bien sentie que par les chimistes modernes (1); ceux des siècles antérieurs au nôtre, agités d'une folie qui n'aura peut-être jamais d'exemple pareil dans l'histoire des hommes, croyoient audacieusement tout devoir à leur art, & étoient ridiculement émerveillés

(1) Voyez une note de M. de MORVEAU, à la page 224 des *Opusc. chim. & phys.* de M. BERGMAN.

de tout ce qu'ils opéroient avec leurs agens. Ce n'est que depuis la philosophie Newtonienne que l'on a fait rentrer la nature dans ses droits, & les chimistes réunis aux autres savans, & dignes de coopérer avec eux à l'utilité publique, ne voient dans toutes leurs opérations que les effets d'une force inhérente dans tous les corps. Il suit delà que, si les mêmes matières mises en contact présentent aujourd'hui un autre phénomène que celui qu'elles ont présenté hier, ce n'est qu'à des changemens dans les circonstances extérieures, qu'il faut attribuer cette différence. Or, rien n'est plus varié que ces circonstances ; le local, l'état de l'air, sa pesanteur, son élasticité, sa température, la forme des vaisseaux, leur position, le mouvement, l'agitation, le repos, l'ombre ou la lumière, le voisinage de quelques corps, &c. &c. toutes ces choses & beaucoup d'autres encore influent sur une expérience, & la modifient sans doute de mille manières différentes. Quelque minutieuse, quelque petite que puisse paroître cette assertion aux personnes qui croient l'art des expériences facile, j'ose l'avancer avec confiance, & je ne serai sûrement pas désapprouvé par les hommes qui recherchent la vérité, & qui ont

fans doute eu, comme moi, mille occasions d'observer des variétés fans nombre dans les mêmes expériences.

Si l'on en veut des exemples, je puis en offrir une foule ; un laboratoire situé au haut ou au bas d'une maison, apporte des différences dans les effais sur les matières salines ; elles cristallisent plus ou moins facilement, elles se fondent ou s'effleurissent, &c.

L'air humide facilite la déliquescence, diminue l'évaporation (1), s'oppose à la cristallisation, à la dessiccation, &c. L'air chaud accélère les dissolutions, tient à l'état liquide les corps très-fusibles, réduit en vapeurs les substances volatiles, &c. Avant FAHRENHEIT favoit-on que l'ébullition de l'eau fût plus ou moins facile & prompte, suivant la pesanteur de l'air. Qui peut douter que la science aérostatique ne soit appliquée quelque jour avec succès aux phénomènes chimiques (2) ?

La forme des vaisseaux fait varier la même

(1) Ces variétés dans les expériences n'ont lieu d'une manière bien marquée, que dans celles qui demandent plusieurs heures, & beaucoup sont dans ce cas.

(2) On connoît d'après cela l'utilité des baromètres, des thermomètres, des hygromètres dans les laboratoires.

opération en multipliant ou resserrant les surfaces ; tous les praticiens savent combien elle influe dans la dissolution , la distillation , la fusion , la volatilisation , &c.

Le repos ou l'agitation des corps mis en contact présente encore des différences très-connues dans leur action réciproque.

Il ne faut pas attendre moins de variétés dans les expériences, de l'exposition des corps qui y sont soumis à l'ombre ou à la lumière , sur-tout aux rayons du soleil. Les recherches de M. SCHEELE ont averti les chimistes qu'ils devoient faire autant d'attention à cette exposition, que les botanistes en font pour les plantes. Combien de fois n'ai-je pas eu occasion de faire voir dans mes cours l'influence de la lumière sur les huiles animales , sur les poudres métalliques , sur les couleurs des poudres végétales conservées dans des vaisseaux transparents ! J'ai sur-tout démontré & je démontre tous les ans , la prodigieuse action de la lumière sur la lune cornée contenue dans des verres , & encore recouverte du fluide qui sert à la former. On voit constamment le côté le plus éclairé de cette substance noircir , en quelques minutes , tandis que l'autre conserve encore sa blancheur.

Enfin le voisinage de quelque corps ou de quelque substance chimique n'est nullement indifférent dans beaucoup d'expériences; des vapeurs alkales ou acides qui s'échappent d'un flacon mal bouché, du gaz hépatique ou inflammable qui s'exhale des dissolutions métalliques & de celles de foie de soufre, l'esprit recteur des eaux distillées, l'éther, les huiles essentielles, l'odeur des corps en putréfaction; enfin, quelque fluide répandu dans l'atmosphère d'un laboratoire par l'action du feu qu'on lui fait subir, ou par celle de l'atmosphère dont la chaleur suffit pour en volatiliser une partie, donnent souvent naissance à des phénomènes qui ne dépendent point uniquement des matières que l'on met en contact. C'est par une cause pareille, qu'un foie de soufre se décompose promptement, qu'un sel terreux & une dissolution métallique se troublent, que les couleurs éprouvent des altérations inattendues, sans qu'on puisse souvent en trouver la véritable raison. C'est par une cause de cette nature, que les sels marins métalliques déliquescens exhalent une vapeur blanche très-abondante, & paroissent fumer aux yeux des personnes qui ne connoissent point encore bien les théories chimiques, dès qu'on débouche

un flacon d'alkali volatil fluor, quoique ces corps soient à dix ou douze pieds de distance l'un de l'autre. Dans ce cas l'aggrégation est détruite par la force d'affinité qui est très-considérable; l'acide marin est séparé du cristal par l'attraction chimique, & il se dégage dans l'état de gaz qui, s'emparant de l'eau de l'atmosphère, paroît sous la forme de vapeur.

Je le demande aux chimistes même les plus instruits & les plus exercés, n'est-il pas très-difficile de prévoir & d'apprécier exactement toutes ces circonstances? & s'il est prouvé que chacune d'elles peut modifier d'une manière particulière la même expérience, n'est-ce pas à leur existence que doivent presque toujours être attribuées les variétés sans nombre, que présentent les combinaisons pareilles en apparence? Telle est une des sources de la diversité des opinions & de la différence des résultats que deux ou plusieurs chimistes ont sur le même fait. Cela nous avertit que, dans des expériences nouvelles, & qui n'ont encore été tentées par personne, telles que celles qui sont l'objet des recherches chimiques particulières, on ne sauroit mettre une attention trop scrupuleuse à toutes les circonstances

extérieures dont l'influence sur les opérations physiques est si bien démontrée aujourd'hui.

Si l'art expérimental ne présentait que cette source d'erreurs, d'incertitudes & de difficultés, on pourroit espérer de parvenir à la détruire ou à la diminuer au moins beaucoup, en observant avec l'exacritude la plus minutieuse toutes les circonstances extérieures dont je viens de donner le dénombrement. Mais il en est plusieurs autres qui concourent en même-tems à augmenter les difficultés de cet art, & qui sont d'autant plus embarrassantes à connoître, qu'elles sont plus cachées. Telle est, par exemple, la nature des menstrues chimiques dont on se sert, des acides, des alkalis, des substances terreuses, des sels neutres, &c. C'est sur ce point que je crois devoir particulièrement insister. Les chimistes ont tous fait connoître la nécessité de se procurer ces menstrues, ces agens primitifs, dans le plus grand degré possible de pureté; mais ils n'ont pas assez travaillé, j'ose le dire, sur les moyens de les obtenir tels. Rien n'est si rare que des acides & des alkalis bien purs; j'espère même démontrer qu'il n'y a peut-être pas eu encore d'alkali fixe caustique sec & parfaitement

purifié dans aucun laboratoire (1) ; les acides sont tous mêlés ensemble, & altérés par des corps combustibles, terreux, des sels neutres, &c. en les considérant dans trente laboratoires différens, on peut assurer que ce sont autant d'acides particuliers, quoiqu'ils portent le même nom. Les procédés pour les purifier sont longs, difficiles & ne réussissent pas constamment ; les alkalis fixes effervescens, le Tarte craieux & la Soude craieuse peuvent être dans un grand nombre d'états différens, relativement à la quantité d'acide crayeux qu'ils contiennent ; &, dans chacun de ces états, ils agissent certainement sur les corps simples & composés d'une manière particulière. Il en est de même de la chaux, de la magnésie, de la terre pesante, des craies, des marbres.

(1) Cette assertion qui pourra paroître singulière, est fondée sur des expériences que j'ai faites conjointement avec M. le duc DE LA ROCHEFOUCAULT, pour obtenir de la pierre à cautère, bien caustique & bien blanche ; je ne connois aucune opération plus difficile, plus longue, plus dispendieuse & plus incertaine que celle-là ; &, je le répète, peut-être aucun chimiste n'a-t-il encore vu cet alkali bien pur. Les détails de cette expérience paroîtront dans nos recherches sur le Kermès minéral.

Quelles différences prodigieuses tout cela ne doit-il pas apporter dans les résultats ! quelle difficulté pour les saisir toutes & pour les apprécier avec la justesse requise !

Je suppose encore qu'on ait tous les agens dans une grande pureté ; comme on en prépare une quantité plus ou moins considérable à la fois , on les conserve dans des laboratoires , & le temps aidé de toutes les circonstances énoncées plus haut, les altère peu-à-peu , de sorte qu'au bout de quelques jours ou de quelques mois , ils ne sont plus de la même nature qu'ils étoient d'abord. Les uns se sont affoiblis en attirant l'humidité de l'atmosphère , les autres se sont colorés & phlogisiqués , pour me servir de l'expression reçue , & cela par le seul contact de la lumière. On croyoit autrefois que le verre des vaisseaux dans lesquels on les tenoit renfermés , étoit un rempart sûr contre les corps qui pouvoient y porter de l'altération , & cependant la perméabilité de ce produit de l'art par la lumière , par les rayons du soleil , son altérabilité même par les substances salines , enfin les corps salins , terreux & métalliques qui entrent dans sa composition , présentent autant de moyens de combinaison dont la nature se sert conti-

nuellement, pour détruire en quelque tems la pureté des acides & des alkalis que ces vaisseaux contiennent. S'il y a quelque moyen de connoître ou au moins de soupçonner les erreurs que ces altérations inévitables des premiers menstrues chimiques doivent faire naître dans les expériences, c'est assurément de tenir une note exacte de la manière dont ces menstrues ont été préparés, du tems depuis lequel on les conserve, des vaisseaux qui les renferment, des phénomènes qu'ils ont présentés depuis leur séjour dans ces vaisseaux, de leur exposition à l'ombre, à la clarté du jour, aux rayons du soleil. En comparant les effets qu'ils produisent dans ces circonstances sur différens corps, avec ceux qu'ils produisoient à une époque antérieure & dans des circonstances différentes sur ces mêmes corps, on peut espérer de parvenir à fixer quelque jour les divers changemens dont ils sont susceptibles, & les variétés d'actions qu'ils opèrent sur les substances auxquelles on les unit. Je conclus de ces observations que jamais une expérience ne pourra réussir absolument de la même manière, que lorsque tous les chimistes auront des menstrues parfaitement comparables, préparés & conservés par les mêmes

procédés, & que les circonstances extérieures qui tiennent au local, à la température de l'air, &c. se trouveront absolument semblables entre elles.

En supposant les premiers points remplis, toutes les difficultés ne sont point encore vaincues ; il en naît, pour ainsi dire, de nouvelles à chaque pas. Tous ceux qui ont pratiqué la chimie savent que, suivant la manière dont on opère, on a quelquefois des résultats fort différens avec les mêmes substances ; en effet, dans toutes les expériences la pulvérisation est plus ou moins exacte, le mélange est fait avec plus ou moins de promptitude ; on verse un fluide sur un corps sec, ou bien on jette ce dernier dans un liquide ; on les laisse un tems différent en contact ; on les échauffe avec la main, ou on les refroidit par l'exposition à l'air ; on donne différens degrés de chaleur ; on opère dans des vaisseaux clos ou ouverts ; on filtre de telle ou telle façon, le papier qui sert à cette opération, est d'un tissu & d'une nature divers ; on évapore plus ou moins vite ; on se sert de vaisseaux de différentes natures, &c. Toutes ces circonstances qui appartiennent à la pratique, & qui paroissent très-légères au premier coup-d'œil, occasionnent

nent cependant de très - grandes différences dans les résultats , c'est pour ainsi dire le mouvement de l'extrémité d'un levier allongé , qui n'est presque point sensible dans le centre autour duquel il s'exécute. On peut objecter à la vérité , que de pareilles circonstances sont plus ou moins au pouvoir du chimiste , qu'il est le maître de s'y prendre de l'une ou de l'autre façon , d'employer tel ou tel vase , &c. Mais qu'on se représente l'empire de l'habitude , l'adresse particulière à chaque homme , les moyens qui sont à sa portée , &c. & l'on reconnoîtra bientôt qu'il n'est guère possible que tous les chimistes opèrent de la même manière ; chacun d'eux a pour ainsi dire son *faire* particulier. Je suis persuadé que c'est à la diversité dans les manipulations qu'on doit rapporter les résultats souvent opposés que plusieurs chimistes ont obtenus de la même expérience. Je ne connois qu'un moyen certain d'affurer sa marche dans ce dédale de la pratique chimique ; c'est de décrire avec une exactitude scrupuleuse la manière dont on opère , de ne négliger aucune circonstance relative à la manipulation , d'être long & minutieux en apparence , plutôt que précis & infidèle en réalité. La plupart des chimistes n'ont pas

toujours mis dans la description de leurs procédés des détails assez circonstanciés , pour indiquer à ceux qui veulent répéter les expériences, la route qu'ils doivent suivre, afin d'arriver aux mêmes résultats ; & c'est cependant la seule voie capable de donner le sceau de l'authenticité à leurs découvertes.

Après avoir fait connoître les quatre sources les plus communes des erreurs auxquelles sont exposés les chimistes en se livrant à des recherches particulières, savoir l'empire de l'opinion prise avant les expériences, l'influence des circonstances extérieures, la difficulté d'avoir des menstrues ou des agens chimiques bien purs, & la variété ou la différence dans les manipulations ; il en reste encore deux autres à indiquer, & que j'ai cru devoir bien distinguer des précédentes, parce qu'elles sont beaucoup plus susceptibles de correction que les premières. Ce n'est pas que jusqu'ici tous les chimistes les aient évitées, ou se soient soustraits à leur influence avec un égal succès, car l'histoire des discussions qui ont de tout tems partagé ces savans, prouve que ces dernières ont souvent pris naissance dans de pareilles erreurs ; mais au moins est-il certain, comme on va le voir, qu'on peut s'en défendre,

lorsqu'on travaille dans la seule intention d'éclairer la science, & d'en reculer les limites.

L'une de ces sources secondaires d'erreurs, c'est l'ignorance des travaux de ceux qui nous ont précédés. Cet objet mérite d'autant plus d'être discuté ici, qu'il y a des chimistes qui ont prétendu qu'il valoit mieux opérer que lire. Je conviens avec eux que, pour apprendre la chimie & se mettre en état de contribuer à son avancement, il est nécessaire de travailler beaucoup & de faire soi-même toutes les expériences sur lesquelles cette science est fondée; mais si l'on veut se livrer ensuite à des recherches particulières, je crois qu'il est indispensable de connoître tout ce qui a été fait par d'autres, afin de juger du mérite de leurs travaux, de savoir jusqu'où ils sont parvenus, où ils se sont arrêtés, &c. Sans cette connoissance on risque de ne faire que ce qui a déjà été fait, de présenter comme neuf ce qui est décrit fort au long dans des ouvrages particuliers, & de se voir accuser d'être plagiaire, tandis qu'on n'est qu'imitateur; enfin on perd du tems en vain, & on auroit pu l'employer à quelque chose de plus utile. Si quelqu'un vouloit travailler sur le bleu-de-prusse, sans savoir ce que GEOFFROY &

M. MACQUER ont fait sur cette substance ; si un autre entreprenoit des recherches sur les argiles sans prendre connoissance de celles de MM. MACQUER & BAUMÉ sur ces terres, ils ne feroient sans doute que répéter, sans le savoir, une partie de ce que ces savans ont fait, & leur travail seroit en pure perte. D'après ces considérations, j'adopte une opinion toute opposée à celle que j'ai fait connoître plus haut ; je pense qu'on ne doit travailler en chimie que quand on connoît bien tout ce qui a été écrit d'important sur cette science, & que, lorsqu'on se propose de se livrer à des recherches chimiques suivies, il est indispensable de consulter tous les ouvrages particuliers, toutes les dissertations, tous les mémoires académiques, afin de ne partir dans ses expériences que du point où sont restés tous ceux qui se sont occupés de l'objet sur lequel on veut travailler. Telle est aussi la route qu'ont suivie tous les bons chimistes qui ont honoré notre siècle ; en donnant le fruit de leurs recherches sur différens objets, ils ont indiqué ce que leurs prédécesseurs avoient déjà fait, le lieu ou l'époque où ils en étoient restés, & ils ont ainsi distingué ce qui leur étoit dû, d'avec ce qui appartenoit aux autres.

L'autre source d'erreurs fécondaires, c'est la légèreté que l'on met dans l'observation des phénomènes chimiques, légèreté qui est toujours suivie d'une description trop courte, tronquée, souvent inexacte & même quelquefois fautive, de ces phénomènes. Personne ne doute que l'art d'observer ne demande des soins sans nombre, une attention scrupuleuse, une patience à l'épreuve des longueurs qu'il entraîne nécessairement. Malheureusement tous les travailleurs n'ont pas toujours eu ces qualités; il en est même plusieurs pour qui les expériences sont faciles & décisives, qui ne sont embarrassés de rien, qui se décident promptement, & qui n'ont, pour ainsi dire, besoin que d'aperçus pour connoître les résultats; on ne peut douter que ce ne soit de cette source que sont sortis beaucoup d'erreurs, de faits mal vus & de conséquences trompeuses. Je suis toujours étonné de voir dans des travaux particuliers de quelques chimistes, une précision presque mathématique sur les produits de leurs opérations, une certitude dans les expériences, qui ne leur laisse nul doute pour leurs inductions. J'avoue qu'il ne m'est jamais arrivé de parvenir à cette facilité de travail, & à ces heureux résultats.

J'aime même à me persuader que ceux qui connoissent la difficulté de soulever le voile qui cache les opérations de la nature dans les travaux de l'art, penseront de même que moi. Je pourrois citer plusieurs très-bons chimistes qui conviennent de cette vérité, & quoiqu'elle paroisse humiliante pour l'esprit humain, je ne puis m'empêcher de la rappeler à ceux qui ont véritablement à cœur l'avancement des sciences physiques & de la chimie en particulier ; je donnerai dans un instant plusieurs exemples qui viennent à l'appui de ces assertions. Je ne vois pas sans étonnement que dans une analyse, même la plus facile, telle que celle d'une substance minérale, dont nous avons des moyens assez sûrs de séparer les différens principes, quelques chimistes retrouvent exactement & jusqu'aux fractions de grains les matières qu'ils en retirent. Quelque précision, quelque adresse qu'ils mettent dans leur travail, il est impossible que la chaleur, les lessives, les filtrations, &c. n'occasionnent pas toujours quelque perte, & j'avoue, je le répète, que je n'ai jamais été assez heureux pour avoir des résultats aussi satisfaisans que ceux que plusieurs chimistes modernes disent avoir obtenus. D'après les travaux de GEOFFROY, de

MODEL, de MM. PARMENTIER, DEYEUX, &c. on devoit croire qu'il étoit assez aisé de séparer les principes du kermès minéral & de connoître exactement la nature de ce composé chimique. Cependant depuis trois ans que nous faisons des recherches chimiques sur ce produit antimonial, M. le duc DE LA ROCHE-FOUCAULT & moi, nous n'avons pas pu parvenir, malgré nos soins & notre scrupuleuse exactitude, à voir nos essais couronnés d'un succès pareil, & nous avons toujours trouvé de très-grandes difficultés à faire une analyse satisfaisante du kermès. Je puis assurer que nous avons tenté plus de trois cens expériences différentes sur ce composé, & quoique nous ayons eu occasion de voir beaucoup de choses nouvelles (1), je ne crains pas d'avouer que nous n'avons pas encore de connoissances aussi étendues sur sa nature, que nous nous en étions flattés. Si l'on mettoit cette sorte de sévérité à se juger soi-même, il y auroit sans doute beaucoup moins de faits hasardés dans les ouvrages des chimistes, mais la science y gagneroit, & elle ne seroit point agitée de ces disputes

(1) Ces recherches paroîtront l'année prochaine, & formeront un ouvrage particulier.

trop souvent renouvelées qui en retardent beaucoup les progrès. Personne n'a plus de respect que moi pour les lumières du célèbre M. BERGMAN; personne ne connoît mieux les importans services qu'il a rendus à la chimie, cependant je ne cesserai jamais d'être étonné qu'il ait pu au milieu de l'immensité de ses travaux, faire une analyse assez exacte, assez précise, du tartre vitriolé, du sel de GLAUBER, du nitre, du sel de SYLVIVS, du sel marin, de la sélénite, du sel d'épsom, de l'alun, du nitre calcaire, du nitre de magnésie, du sel marin calcaire, du sel marin de magnésie, & des vitriols de zinc, de fer & de cuivre, pour énoncer comme il l'a fait (1) les quantités d'acide, de base alcaline terreuse ou métallique, & d'eau qui entrent dans la composition de chacun de ces sels. Je me souviens même à cette occasion, qu'ayant essayé pendant plusieurs années de suite, feu M. BUCQUET & moi, de rechercher ainsi les quantités relatives des principes du sel marin & du sel ammoniac (2), nous avons rencontré des

(1) Voyez *Opusc. chim. & phys.* de M. T. BERGMAN, traduits par M. DE MORVEAU, Dissert. 2, de *l'analyse & des eaux*, pages 148 à 153.

(2) Ces essais ont été faits en 1776, 1777, 1778;

obstacles sans nombre, & nous avons conclu que cette analyse étoit un des travaux les plus délicats & les plus difficiles de la chimie.

Ces détails me conduisent à avertir ceux qui font des recherches chimiques, d'être en garde contre les résultats précipités, de ne se pas hâter de conclure d'après ce qu'ils voyent, de recommencer plusieurs fois la même expérience, & sur-tout de décrire avec la précision la plus scrupuleuse tout ce qui se passe dans les opérations. Cette dernière observation est la plus importante de toutes; en suivant cette méthode descriptive, on ne peut jamais se tromper; les fautes même que l'on commet dans les procédés sont utiles à l'art, toutes les fois qu'on examine attentivement les phénomènes qu'elles font naître.

Telles sont les réflexions que j'ai cru devoir communiquer aux amateurs de chimie, sur l'art de faire des expériences de recherche dans cette science. Je ne les ai point destinées à ceux qui s'occupent de cet objet depuis long-tems, & dont j'attends des leçons plutôt que

nous avons choisi ces deux sels, à cause de la facilité qu'il y a d'en séparer les principes, & de les obtenir bien purs, par le procédé de M. WOLFE.

d'avoir la prétention ridicule de leur en donner. Les chimistes de profession qui cultivent aujourd'hui cette science avec tant de succès dans presque toutes les parties de l'Europe, en savent assurément beaucoup plus sur cette matière, que je ne pourrois en dire ; mais le nombre de ceux qui ne se livrent à la chimie que par délassement, & dont cette science ne fait point la principale occupation, s'étant beaucoup multiplié depuis quelques années, & la chimie ne pouvant que gagner à être très-répondue, j'ai cru pouvoir donner à cette classe respectable d'amateurs, quelques avis sur l'art expérimental, & sur les difficultés dont il est susceptible. Cette espèce d'avertissement me paroît d'autant plus nécessaire, qu'il est fort à désirer que les travaux de toutes les personnes que le goût entraîne à contribuer à la science de l'analyse & des combinaisons, ne soient pas tout-à-fait perdus pour elle : or, si dans ces travaux ils n'apportent point cette réserve, cette attention, sur l'utilité desquelles roule entièrement ce mémoire, ils seroient infailliblement inutiles au progrès de la chimie, & ils pourroient au contraire nuire à son avancement. Plus la marche d'une science est rapide, & plus les faits s'y multiplient, plus aussi l'on

doit être difficile & sévère dans le choix des matériaux qu'on destine à son édifice, si l'on veut qu'il soit solide & durable.

D'ailleurs je devois rendre compte au public savant, de la route que j'ai suivie dans les recherches qui me sont particulières ; j'ai fait tout mon possible pour réunir dans mes expériences les différentes conditions dont j'ai parlé ; si je n'ai pas réussi, j'ose assurer qu'on ne pourra point en accuser l'esprit de système, la préoccupation pour des opinions particulières, ni le défaut d'attention. Je sais qu'il est très-facile d'être trompé dans les résultats, aussi je consens de bonne foi à ne regarder mes expériences, comme concluantes, que quand elles auront réussi aux autres chimistes ; tel est, suivant moi, le seul moyen d'assurer les découvertes, & de les rendre susceptibles d'être comptées au nombre de celles qui doivent constituer la science chimique.



PREMIER MÉMOIRE

*Sur la différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques ou non caustiques *.*

ON a vu de tout tems que les métaux augmentent le poids par la calcination. L'arabe GEBBER dans son traité sur le plomb , a fait

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie royale des sciences en décembre 1777.

N. B. Toutes les notes qu'on trouvera au bas des pages , ont été ajoutées depuis la lecture de ces mémoires ; les progrès que la science chimique a faits depuis cette époque , ont exigé ces espèces d'additions ou de supplémens , qui sont destinés ou à rectifier certaines assertions , ou à éclaircir quelques faits , ou à comparer les recherches qui font le sujet de ces mémoires , avec ce que d'autres travaux faits dans mon laboratoire , ou dus aux chimistes modernes , ont appris depuis la rédaction de ceux-ci. J'ai mieux aimé conserver le texte tel qu'il a été lu à l'académie , & y joindre les notes dont il est question , que de le rédiger de nouveau. Si j'avois pris ce dernier parti , ces mémoires ne ressembleroient plus à ce qu'ils étoient en 1777 , 1778 , 1780 , &c. où ils ont été écrits. Comme plusieurs chimistes ont

mention de ce phénomène. On le trouve aussi décrit exactement dans GALIEN ; mais on a disputé long-temps sur la cause qui le produit. CARDAN, en comparant le plomb à un corps vivant, dit que la calcination le rend plus lourd, parce que le feu en évaporant les principes volatils, le réduit à l'état de mort. CÉSALPIN attribue cette pesanteur à la suie que le feu produit. D'autres en ont trouvé la cause dans un sel volatil qui s'échappe du charbon. C'est à JEAN REY, médecin périgourdin, qui vivoit au commencement du dix-septième siècle, qu'on est redevable de la découverte de cette cause. Ce savant, trop peu connu, a assuré que, dans la calcination du plomb & de l'étain, l'air épaissi, appesanti, s'unit à ces métaux. Il a même observé que cette union de l'air avec le métal a ses bornes, & qu'elle s'arrête lors de la saturation (1).

travaillé sur les mêmes sujets, on ne distingueroit plus ce qui m'est propre, d'avec ce qui appartient aux autres, & cet ouvrage ne seroit plus le mien.

(1) Les expressions de ce physicien sont très-positives. « L'air, dit-il, épaissi s'attache à notre chaux, & » va adhèrent peu-à-peu jusqu'aux plus minces de ses parties », &c. Voyez l'extrait de son ouvrage donné par M. BAYEN. *Journal de physique*, T. 5. 1775, p. 47,

Il est bien étonnant que BOYLE & HALES qui ont fait tant de belles recherches sur l'air, n'aient pas connu l'opinion de REY. BOYLE sur-tout auroit dû naturellement embrasser cette opinion d'après une expérience singulière qu'il fit, & dont il ne put rendre raison. Il calcina de l'étain dans des vaisseaux fermés. Il s'aperçut que ce métal avoit augmenté de poids, & en délutant les vaisseaux qui lui avoient servi dans cette opération, l'air atmosphérique y pénétra avec bruit; mais, au lieu d'attribuer ce phénomène à l'absorption de l'air & au vide produit par cette absorption, il admit la perméabilité du verre & l'addition d'une nouvelle substance fournie par la flamme. HALES approcha beaucoup plus de la vérité. Les nombreuses expériences qu'il tenta sur la quantité d'air retiré par le feu de différens corps, lui firent découvrir que le plomb absorbe de l'air dans sa calcination, & que le minium donne quatre fois plus d'air que le plomb; mais il eut en même-tems recours au soufre pour expliquer la couleur que la calcination donne au

jusqu'à la page 53. M. LAVOISIER a sans contredit rendu un grand service à la chimie, en imaginant & en exécutant les expériences ingénieuses, qui lui ont servi à établir cette doctrine aussi solidement qu'elle l'est aujourd'hui.

plomb, & il n'a pas connu les propriétés qui font différer l'air fixe de l'air atmosphérique.

M. BAYEN en publiant ses travaux sur les précipités mercuriels, ressuscita la doctrine de JEAN REY, & rendit à ce médecin françois la justice qui lui étoit due (1). Le docteur PRIESTLEY en répétant les expériences de HALES, avec des procédés un peu différens, s'appliqua surtout à connoître & à déterminer la nature de l'air qu'il obtenoit : il a aussi remarqué la diminution de l'air par la calcination ; mais il l'a attribuée moins à l'absorption, qu'à l'altération que le phlogistique y produit. Enfin, M. LAVOISIER, par un grand nombre d'expériences aussi ingénieuses qu'exactes, parvint à démontrer que la calcination n'est que l'absorption d'un fluide élastique contenu dans l'air, par le métal, & que la réduction d'une chaux métallique n'est que le dégagement de ce fluide (2) ; mais il a été plus loin & il a étendu cette

(1) M. GOBET a donné, il y a quelques années, une édition de l'ouvrage de JEAN REY, où se trouve l'explication de l'augmentation de pesanteur du plomb calciné, que j'ai rapportée plus haut.

(2) Cet énoncé me paroît un peu trop hardi aujourd'hui ; parce qu'il n'est pas démontré à beaucoup près que la calcination métallique ne soit en effet que l'ab-

doctrine sur la précipitation des métaux dissous dans les acides.

On avoit remarqué depuis long-tems l'analogie frappante qui existe entre certains précipités métalliques & les chaux des mêmes métaux (1). La couleur plus ou moins éloignée du brillant métallique , l'augmentation de poids , l'indissolubilité ou au moins la difficulté de se dissoudre dans les acides, communes aux chaux & aux précipités (2), sont les prin-

sorption de l'air pur par le métal , & que la réduction ne consiste que dans le dégagement de ce fluide. La propriété que l'on connoît dans les métaux de donner du gaz inflammable , lorsqu'on les chauffe seuls & dans des vaisseaux fermés ; la présence de ce gaz dans tous les corps qui servent à la réduction des chaux métalliques ; l'impossibilité d'en réduire quelques-unes sans addition , me paroissent opposer de grandes difficultés dans cette opinion. J'admets pleinement l'ingénieuse théorie de M. MACQUER , dans l'état actuel de nos connoissances chimiques.

(1) Cette analogie avoit frappé tous les alchimistes , & c'est d'après eux qu'on appelle encore quelques chaux métalliques faites à la manière ordinaire par le contact de l'air & du feu , des précipités ; tel est le précipité *per se* qui n'est qu'une chaux de mercure. Cette nomenclature est à la vérité très-vicieuse , mais elle me sert à procurer l'affertion qui fait le sujet de cette note.

(2) Cette indissolubilité , ou au moins cette dissolucipaux

cipaux caractères de cette analogie. Il étoit donc assez naturel de soupçonner le même agent dans ces deux cas. Cependant ce n'est que dans la dissertation du docteur BLACK, qu'on trouve les premières idées de l'union de l'air fixe (1) aux métaux, dans la précipitation de ces derniers dissous par les acides. M. JACQUIN, qui a défendu la doctrine de BLACK, n'a rien ajouté aux apperçus de ce chimiste sur les précipités métalliques. On doit rendre à M. LAVOISIER la justice qu'il mérite à cet égard : il est le premier qui ait bien développé cette idée & qui ait tenté des expériences sur cet objet. Le chapitre quatre de ses recherches, offre deux faits intéressans. Il a précipité le mercure dissous dans

tion difficile de quelques chaux métalliques, n'est relative qu'à celle de ces mêmes substances à l'état métallique. Ceci est d'autant plus nécessaire à observer, qu'il est certains métaux comme le mercure, l'argent, l'or, &c. qui ne se dissolvent dans les acides végétaux, que quand ils sont dans l'état de chaux. Cela est l'inverse pour le fer, le zinc, &c.

(1) Je laisse cette nomenclature dans ce mémoire; c'étoit celle qui étoit la plus universellement adoptée en 1777. Depuis ce tems, presque tous les chimistes emploient le mot acide craieux. Voyez le mémoire sur le sel formé par la combinaison de l'air fixe avec le fer.

l'acide nitreux par la craie & par la chaux. Le premier de ces précipités étoit noirâtre & pesoit plus que le second : il a répété cette expérience sur une dissolution de fer dans l'acide nitreux ; le précipité martial par la chaux étoit plus coloré & moins pesant que celui par la pierre calcaire. M. LAVOISIER qui n'a donné ces deux faits dans son ouvrage, que parce qu'ils sont intimement liés à son objet, annonce des expériences très-multipliées qu'il a cru devoir réserver pour un mémoire particulier. J'ignore s'il a lu ce mémoire à l'académie ; mais je me fais un devoir d'avouer que l'idée du travail que j'ai l'honneur de présenter à cette compagnie savante, ne m'est venue qu'après avoir lu l'excellent ouvrage de ce chimiste, ainsi que tous ceux qui ont été publiés sur cette matière depuis plusieurs années. J'ai cru qu'il étoit important de multiplier les tentatives sur un objet aussi neuf, & que des expériences suivies avec soin pourroient confirmer la théorie que cet académicien célèbre a le premier établie, & peut-être même jeter du jour sur quelques phénomènes singuliers que présentent les dissolutions & les précipitations métalliques.

Mais il s'offroit une difficulté dès les premiers pas. Comment en effet prouver que les

substances privées d'air fixe précipitent les métaux avec leurs propriétés principales, si ces précipités ont subi quelque altération par les acides, & s'ils participent comme il est incontestable, de la nature du précipitant? M. LAVOISIER a senti le premier cette difficulté, & c'est ce qui l'a engagé à renvoyer ce travail pour un autre mémoire. Après avoir réfléchi sur cet objet, j'ai pensé qu'un métal qui dans son état métallique ou dans un état voisin de ce dernier, a quelque propriété frappante, & qui peut le faire reconnoître, feroit très-propre à ces sortes d'expériences. En conséquence la propriété d'être attirable à l'aimant, que l'on connoît au fer, m'a paru donner à ce métal par-dessus tous les autres, la condition nécessaire pour ces sortes de recherches. J'ai donc cru devoir employer le fer dans mes expériences; mais je dois prévenir, que sa grande facilité à être altéré par beaucoup d'agens & sur-tout par l'air fixe, m'ont quelquefois empêché d'avoir des résultats aussi exacts que je l'aurois désiré. Après avoir indiqué les motifs qui m'ont déterminé à me livrer à ce travail, & les difficultés que j'ai eu à surmonter, je me hâte de passer au détail de mes expériences.

 PREMIÈRE SECTION.

Fer précipité des acides par l'alkali volatil caustique ou privé d'air fixe.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

J'AI versé dans une dissolution de fer par l'acide vitriolique de l'alkali volatil très-caustique. J'avois préparé cet alkali avec trois parties de chaux vive sur une partie de sel ammoniac purifié par la cristallisation. Il s'est fait sur le champ & sans aucun mouvement d'effervescence un précipité d'un bleu céladon, dont les flocons se sont élevés au haut de la liqueur. Peu-à-peu ce précipité a pris une couleur foncée à la surface supérieure, tandis que l'inférieure conservoit la couleur verte (1). Les

(1) Ce phénomène, dans la couleur de la partie supérieure différente de celle de la portion inférieure, a lieu dans beaucoup de précipitations; c'est ainsi que le cuivre séparé d'un acide par l'alkali volatil, prend une couleur bleue très-intense dans le haut, avant de l'acquérir dans toute sa substance, il paroît que le contact de l'air contribue beaucoup à cette altération; aussi dès qu'on agite le précipité avec un tube de verre & qu'on présente par

bords du vase dans lequel j'ai fait cette précipitation, se sont couverts d'une couche ochracée rougeâtre, & l'on voyoit sur la liqueur une légère pellicule qui offroit les couleurs de l'iris. J'ai réuni tous les flocons précipités en agitant le mélange. Je l'ai filtré; la liqueur a passé trouble & noirâtre. Après avoir desséché à l'air le précipité resté sur le filtre, & qui étoit d'un vert noirâtre tant qu'il a conservé de l'humidité, je l'ai examiné. Il étoit devenu d'un brun rougeâtre, déliquescant & ne contenoit aucune parcelle attirable à l'aimant. Cette circonstance toute opposée à ce que je croyois devoir arriver, me surprit. Je recommençai l'opération, & j'eus toujours le même résultat. Mais ayant examiné avec attention la liqueur filtrée qui étoit noirâtre, je m'aperçus que cette couleur étoit due à une poussière très-fine qu'elle tenoit en suspension. Je la filtrai, & ayant desséché le filtre à l'étuve, je le trouvai enduit d'une couche légère & très-noire: j'enlevai cette poudre avec la lame d'un couteau, & lui ayant présenté l'aimant, elle fut attirée très-vîte & en totalité.

cette agitation, chacune de ses parties à l'air, le tout prend le même ton de couleur.

Voilà donc du fer révivifié & divisé à-peu-près comme dans l'éthiops de LEMERY, dont la production est sans doute due à ce que l'alkali volatil qui l'a précipité, ne lui a pas fourni d'air fixe qui l'auroit mis dans l'état de safran de mars (1). Mais il me restoit à chercher pourquoi la plus grande partie de ce précipité étoit dans l'état de chaux; pour m'en éclaircir, je fis un grand nombre de précipitations de vitriol martial, en employant dans chacune différens alkalis volatils caustiques, & je m'assurai que cela ne venoit que de ce que l'alkali que j'avois employé d'abord n'étoit pas assez caustique.

SECONDE EXPÉRIENCE.

J'ai fait une dissolution très-chargée de fer par l'acide nitreux. Elle étoit d'un rouge brun;

(1) Peut-être la substance inflammable dont la nature est encore inconnue, mais que l'on fait exister dans l'alkali volatil, contribue-t-elle à réduire le fer déjà calciné par l'acide. Cet apperçu prend plus de force par la manière dont l'alkali fixe pur ou caustique précipite le vitriol de fer; on verra par la suite que, quoique ce sel ne contienne pas d'acide craieux, le fer qu'il précipite n'est pas aussi voisin de l'état métallique, parce que l'alkali fixe ne lui fournit pas de matière inflammable comme le fait l'alkali volatil.

elle a laissé sur le filtre une partie de la limaille réduite en chaux jaunâtre. J'ai versé dans une portion de ce nitre de fer étendu d'eau, de l'alkali volatil caustique. Le précipité étoit moins foncé que celui du vitriol de fer, il paroissoit d'un jaune rougeâtre, il étoit léger comme le précédent, & il s'est élevé au haut de la liqueur. Je l'ai filtrée; elle a passé claire & limpide. La poudre restée sur le filtre a bruni en séchant. Enlevée avec un couteau & soumise à l'épreuve de l'aimant, elle n'a présenté que très-peu de parcelles attirables. Cette expérience répétée bien des fois a toujours offert le même résultat. Il y a même eu plusieurs de ces précipités qui n'ont donné aucune molécule de fer attirable. C'est donc l'inverse de la première. Cela vient donc de la différence de l'acide, puisque les deux expériences ont été faites avec le même alkali volatil caustique (1).

(1) Tous les chimistes connoissent la rapidité & l'énergie avec laquelle l'acide nitreux attaque le fer. Il seroit peut être mieux de dire que le fer décompose l'acide nitreux. Le métal se trouve très-prompement réduit à l'état de chaux, & c'est une des chaux de fer les plus réfractaires que je connoisse, en raison de la grande quan-

Comme je m'occupois de ces expériences sur la différence des précipités martiaux par les alkalis caustiques ou non caustiques, M. MARET, secrétaire perpétuel de l'académie de Dijon, envoya à la société royale de médecine un procédé nouveau pour faire l'éthiops martial. Cette société nomma M. D'ARCET, commissaire pour examiner le procédé qui consistoit à dissoudre de la limaille de fer ou de la mine de fer spathique dans l'acide nitreux, à le précipiter ensuite par l'alkali volatil caustique, à filtrer le mélange & à laver avec de l'eau distillée le précipité resté sur le filtre. M. D'ARCET répéta l'expérience de M. MARET, & précipita même par l'alkali volatil caustique la dissolution du fer dans l'acide vitriolique & dans l'acide du vinaigre. Il n'obtint jamais que des précipités plus ou moins colorés en brun nullement attirables à

tité d'air (*) que l'acide nitreux lui fournit, & de l'intimité de sa combinaison avec ce fluide élastique.

(*) Je ferai observer que je ne donne le nom d'air, qu'à celui que M. PRIESTLEY a appelé air déphlogistiqué, parce qu'il n'y a que lui qui est propre à la combustion & à la respiration; le fluide qui lui est uni dans l'air atmosphérique, est un gaz particulier qui, s'il étoit seul, éteindroit les corps enflammés & tueroit les animaux.

l'aimant & en tout semblables à ceux qui ont été faits par l'alkali fixe ordinaire & effervescent.

Mes expériences étoient d'accord avec celles de M. D'ARCET, relativement à la précipitation du nitre de fer par l'alkali volatil caustique, mais j'avois obtenu d'autres résultats que lui dans la précipitation du vitriol martial & du sel acéteux de fer par le même alkali; je lui fis part de mes réflexions & de mon travail. Il voulut bien donner quelques instans à ces expériences; nous répétâmes ensemble plusieurs de celles dont je rends compte dans mon mémoire; & nous nous assurâmes que l'alkali volatil caustique en petite quantité précipite le vitriol martial en fer attirable, & le nitre de fer en chaux brune, qui le plus souvent n'est nullement attirable.

Mais quand on auroit un moyen certain d'obtenir ce précipité toujours attirable, pourroit-on le comparer à l'éthiops de LEMERY, & le substituer à ce médicament? N'est-il pas vraisemblable qu'il contiendrait quelque chose de son dissolvant & du précipitant, ainsi que presque tous les précipités connus? Il est vrai que l'édulcoration recommandée par M. MARET, est capable de lui enlever une partie des

substances étrangères qui l'altèrent : mais d'un autre côté, on ne peut être sûr de l'en dépouiller entièrement ; & l'on doit même soupçonner qu'il y en a toujours quelques parties intimément combinées avec le fer. Ces réflexions, sans parler de celles que font naître la complication & les difficultés du procédé de M. MARET, suffisent pour démontrer qu'on ne peut s'en servir en pharmacie, & qu'on doit s'en tenir à celui de LEMERY, corrigé par M. ROUELLE, que sa simplicité rendra toujours le plus sûr & le plus recommandable (1).

(1) La société royale de médecine a rendu compte de cet objet dans son premier volume au commencement de l'article de son histoire qui traite de la chimie médicinale. (*Histoire de la soc. roy. de Médecine*, année 1776, pag. 324.) Je crois devoir présenter ici ce qui est relatif à la préparation de l'éthiops martial.

Nouveaux procédés pour faire l'éthiops martial.

« M. MARET a envoyé à la société le 3 septembre
 » 1777, un nouveau procédé pour faire l'éthiops martial ;
 » il consiste à faire dissoudre de la limaille de fer dans
 » l'acide nitreux très-pur, & à le précipiter par un alkali
 » volatil très-caustique ; ce fer est alors très-noir & atti-
 » rable à l'aimant ; il attribue cette propriété au phlo-
 » gistique de l'alkali volatil & à celui de l'acide nitreux,
 » aussi bien qu'à l'absence de l'air dans la substance
 » précipitante ; les autres acides non plus que la pierre à

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai mis de la limaille de fer dans de l'acide marin fumant. Le mélange s'est troublé, il

» cautère ne produisent pas le même effet suivant M. MA-
 » RET. M. D'ARCET, chargé par la société d'examiner
 » ce procédé, a répété l'expérience de M. MARET ;
 » dans ses premières tentatives, il a constamment vu le
 » fer précipité en terre plus ou moins brune, de sa disso-
 » lution par l'acide nitreux, ou par celui du vitriol, du
 » sel marin, & même par celui du vinaigre; il n'a point
 » observé de différence entre les précipités martiaux faits
 » par l'alkali volatil caustique ou non caustique. Ces
 » précipités sont aussi plus solubles dans les acides que
 » l'éthiops de LEMERY, suivant l'observation de M.
 » D'ARCET.

» D'après ce rapport, M. MARET répéta ses expé-
 » riences & en envoya le détail dans plusieurs lettres ;
 » il s'aperçut à la fin que son procédé ne réussissoit pas
 » toujours, & qu'il y avoit beaucoup de variété dans
 » les produits. Ces résultats communiqués à M. D'ARCET
 » l'engagèrent à faire de nouvelles tentatives, & dans
 » son second rapport sur cet objet, du 25 novembre
 » 1777, il assure avoir précipité du fer attirable de la dis-
 » solution vitriolique, par la liqueur de pierre à cautère.
 » Il a aussi obtenu un peu de ce fer attirable, de la dis-
 » solution martiale nitreuse par l'alkali volatil caustique,
 » mais en plus grande quantité de la dissolution vitrio-
 » lique par le même alkali.

» Tous ces faits ont démontré, 1°. la possibilité du

s'est excité une effervescence assez lente qui a duré long-tems. La liqueur est devenue

» fait annoncé par M. MARET; 2°. le peu d'utilité dont
 » il est pour la pharmacie qui possède un grand nom-
 » bre de procédés sûrs & moins dispendieux pour la
 » confection de l'éthiops martial.

» M. D'ARCET a communiqué à cette occasion la mé-
 » thode que M. ROUELLE emploie pour faire l'éthiops.
 » C'est en arrosant de la limaille de fer avec du vinaï-
 » gre très-étendu & en l'agitant fortement, que ce chi-
 » miste prépare en peu de tems une bonne quantité de
 » ce médicament; il se servoit avant de l'eau simple &
 » de la machine de la GARAYE, qui contriboit beau-
 » coup à diviser le fer, & qui fournissoit un éthiops très-
 » beau, & en bien moins de tems qu'à la manière de
 » LEMERY.

» M. CROHARÉ, apothicaire de mgr. le comte
 » D'ARTOIS, a présenté à la société un procédé à-peu-près
 » semblable à celui de M. ROUELLE pour faire en peu
 » de tems la quantité qu'on desire d'éthiops martial. Ce
 » chimiste emploie l'acide nitreux au lieu du vinaigre;
 » à l'aide de cet acide très-étendu d'eau, le fer se réduit
 » en une pâte noirâtre qu'on lave à grande eau; cette
 » eau entraîne une poudre noire subtile, qui déposée
 » & séchée, est attirable à l'aimant & peu soluble dans
 » les acides. Ce dernier caractère a paru constant à
 » M. CROHARÉ, tandis que les précipités martiaux
 » sont, suivant M. D'ARCET, plus solubles dans les
 » acides que l'éthiops ».

verdâtre. Il s'en est dégagé des bulles d'air (1) pendant plusieurs heures, & il n'y a point eu de chaleur sensible dans cette dissolution. L'effervescence & le dégagement des bulles d'air ayant cessé, j'ai filtré la dissolution qui avoit perdu sa couleur verte, & qui paroissoit d'un gris de fer obscur. La liqueur filtrée étoit d'un jaune citron plus brillant que celui de l'acide marin, & elle avoit teint le filtre de la même couleur. J'ai étendu d'eau une portion de cette dissolution : j'y ai versé de l'alkali volatil caustique. Il s'est dégagé à mesure que je versois l'alkali, des flocons légers d'un vert obscur & noirâtre qui se sont rassemblés au haut de la liqueur. La surface de ce mélange a offert d'abord les nuances de l'iris, & elle a pris très-vîte la couleur de rouille. J'ai filtré, j'ai séché le filtre à l'étuve. Le précipité étoit d'un brun jaunâtre. Les petites lames ou écailles dont il étoit composé, détachées du papier, étoient en bonne partie attirables à l'aimant ; il y en avoit quelques-unes qui ne lui obéissoient point. J'ai examiné les unes & les autres avec attention. Les premières étoient très-

(1) Ces bulles d'air sont de véritable gaz inflammable, comme le savent tous les chimistes.

noires en dessous ; & , en leur présentant l'aimant vers cette surface inférieure , elles s'y portoient avec plus de vitesse & de force , que lorsqu'elles lui offroient leurs faces jaunâtres ; celles qui résistoient à l'aimant , étoient d'un jaune brun des deux côtés ; les premières contenoient donc du fer régénéré couvert d'une couche de safran de mars. Observons encore que les petites écailles non attirables étoient placées sur les bords du filtre , tandis que les premières occupoient constamment le fond.

Comme le mélange de sel de fer précipité par l'alkali volatil caustique avoit passé trouble , j'ai filtré une seconde fois la liqueur , & j'ai eu sur le filtre des petites écailles , en tout semblables aux précédentes , excepté qu'elles contenoient moins de parcelles attirables , elles étoient aussi beaucoup moins abondantes , & plus dispersées sur le filtre (1).

(1) Ces observations sur la portion de précipité qui se rouille & n'est point attirable , prouvent que cette altération est due à l'humidité de ce précipité & au contact de l'air. Cette assertion est encore démontrée par la couleur noirâtre & la propriété d'obéir au magnétisme que prend ce précipité , lorsqu'on le dessèche dans un vaisseau fermé & en l'exposant au feu.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Comme les sels neutres formés par l'eau régale ont été très-peu examinés jusqu'ici, j'ai voulu voir si j'obtiendrois un précipité attirable du sel régalin de fer, par l'alkali volatil caustique. J'ai fait une eau régale en mêlant parties égales d'acide nitreux un peu fumant avec de l'esprit de sel assez concentré. J'ai laissé ce mélange un jour entier dans un flacon de cristal, avant de l'employer. Au bout de ce tems, il avoit pris une couleur orangée. Le flacon étoit rempli d'une vapeur blanche élastique qui pouffoit le bouchon, lorsqu'on vouloit l'ôter. J'ai jetté de la limaille de fer dans cette eau régale, la dissolution s'est faite sur-le-champ avec fracas. Elle étoit accompagnée d'un boursoufflement considérable, de vapeurs suffoquantes d'une nature mixte entre celles de l'acide nitreux & de l'esprit de sel, & d'un bruit très-remarquable. La liqueur s'est élevée dans le vase, & en est sortie dans le fort de l'effervescence. J'en aurois beaucoup perdu, si je n'avois eu la précaution de placer le vaisseau dans lequel je faisois cette dissolution, sur une capsule assez large; peu à peu ce mouvement violent s'est calmé. La liqueur étoit

d'un rouge brun foncé, & troublée par une portion de fer corrodé & réduit en chaux par l'acide nitreux. Je l'ai filtrée; elle a passé d'un rouge brun plus clair que la dissolution de fer par l'acide nitreux, & elle a teint le filtre de la même couleur. J'ai versé dans une partie de cette dissolution étendue d'eau de l'alkali volatil caustique, il s'est fait sur-le-champ un précipité en flocons légers, très-abondans, d'un vert foncé & décidé. Il s'est dégagé en même-tems une odeur vive & pénétrante d'alkali volatil, & la surface du mélange s'est couverte d'une pellicule colorée des nuances de l'iris. J'ai filtré, la liqueur a passé claire & limpide. Le filtre séché au feu étoit chargé de petites écailles d'un brun velouté. Je les ai détachées du papier, & elles ont été en grande partie attirées par l'aimant. Les particules les plus tenues & placées sur les bords du filtre ne lui ont point obéi.

Un autre fait, que je crois devoir rapporter pour assurer de plus en plus l'identité de ces précipités régénérés avec le fer en nature métallique, c'est que les petites lames attirables se placent verticalement ou de champ, lorsqu'elles sont dans la sphère du courant magnétique; de sorte qu'elles ne s'attachent jamais

à l'aimant par une de leurs faces applaties, mais bien par leur bord aigu, & mieux encore par leurs pointes lorsqu'elles en ont; ce phénomène s'observe de même, lorsqu'on présente l'aimant à de la limaille d'acier.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Après avoir réussi à précipiter le fer des acides minéraux dans un état voisin de celui du métal, & jouissant de la propriété d'être attirable à l'aimant, j'ai voulu suivre ces expériences plus loin & essayer de le précipiter de même des acides végétaux. L'acide tartareux & le vinaigre sont ceux que j'ai employés, & je n'ai pu réussir qu'avec le dernier; je crois cependant devoir rapporter ici les résultats que j'ai eus avec l'acide tartareux. Pour avoir une dissolution de fer dans cet acide, je me suis servi de la teinture de mars tartarisée. Comme cette teinture est très-colorée, je l'ai d'abord étendue d'eau pour appercevoir plus facilement les changemens que l'alkali volatil caustique y occasionneroit; mais quoique la liqueur fût très-limpide, cet alkali n'y a produit aucun précipité. Soupçonnant que j'en avois mis trop, & que la teinture très-étendue ne contenoit qu'une très-petite quantité de fer que l'alkali

volatil caustique dissolvoit à mesure, j'ai fait la même expérience un grand nombre de fois. Je me suis servi de tartre martial soluble pur, ou mêlé à l'eau dans différentes proportions, & je n'ai jamais eu de fer précipité. Je n'ai donc pas pu savoir s'il est possible d'obtenir un précipité martial attirable à l'aimant avec la teinture de mars tartarisée (1). J'ai éprouvé la même difficulté en me servant de la dissolution des boules de mars, que l'on fait être du tartre martial soluble, concret, qui ne diffère de la teinture qu'en ce qu'il contient un peu de fer dans l'état de safran de mars; mais j'ai été plus heureux en examinant la dissolution du fer dans le vinaigre. Voici le résultat de mes expériences sur cet objet.

(1) Ces expériences démontrent qu'il y a bien peu de fer dans la teinture de mars tartarisée, & qu'il y existe dans un état différent de celui des autres dissolutions. Je soupçonne que le tartre martial soluble est un composé de deux sels neutres semblable au sel Alembroch, savoir, du sel végétal & du tartre martial, & qu'il jouit de propriétés toutes différentes de celles des deux composés qui le constituent. C'est la raison pour laquelle les alkalis n'en séparent pas le fer; au reste, je ne donne cette opinion que comme un aperçu qui mérite d'être confirmé par des expériences suivies.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai jetté de la limaille d'acier dans du bon vinaigre-distillé. Cet acide n'a pas paru d'abord avoir d'action sur le fer. En agitant le mélange avec un tube de verre, le vinaigre a noirci par la suspension de la portion la plus tenue du fer. Le repos a fait précipiter ce métal, mais l'acide n'avoit plus sa première transparence, & il commençoit à s'en dégager quelques bulles d'air semblables à des points noirs à cause de la partie la plus fine de la limaille qu'elles entraînoient avec elles. Peu à peu ces bulles ont augmenté (1). Le vinaigre a exhalé une odeur un peu sulfureuse; en approchant l'oreille du vase où se faisoit cette dissolution, on entendoit un petit bruit. La liqueur étoit fort chargée au bout de vingt-quatre heures. Je l'ai filtrée, elle a passé claire & d'un beau rouge ponceau. J'en ai étendu d'eau une portion, dans laquelle j'ai versé de l'alkali volatil caustique. La liqueur s'est troublée sur-le-

(1) Ces bulles sont dues au dégagement du gaz inflammable; on fait qu'il n'y a absolument que l'acide nitreux qui ne donne point ce fluide élastique & combustible en dissolvant le fer.

champ, & il s'est précipité ou plutôt élevé à la surface des flocons d'un vert foncé assez abondant. J'ai filtré le mélange après l'avoir agité pour faire réagir l'alkali volatil caustique sur toutes les parties du sel acéteux de fer. La liqueur a passé trouble & noirâtre, on y voyoit nager une poudre noire d'une ténuité extrême. J'ai filtré une seconde fois, & j'ai fait sécher mes deux filtres à une chaleur douce; le premier m'a offert une grande quantité de lames ou écailles brunes en dessus, noires en dessous, qui étoient très-attrayables à l'aimant, absolument comme le précipité obtenu du sel marin martial par l'alkali volatil caustique. Le second filtre étoit enduit d'une légère couche très-noire & très-attrayable. Il y avoit donc dans cette expérience une partie du fer précipitée en nature métallique, & une autre à la surface de la première & sur les bords du filtre, qui étoit dans l'état d'une espèce de safran de mars. Une portion du fer attrayable nageoit dans la liqueur, & avoit passé à travers le papier; phénomène que j'ai déjà eu occasion de faire observer dans la précipitation du vitriol martial (1).

(1) Dans toutes les dissolutions de fer, il y a toujours une portion de ce métal qui n'est que divisée &

 S E C O N D E S E C T I O N .

*Fer précipité des acides par l'alkali volatil
concret ou saturé d'air fixe.*

LES différentes expériences rapportées dans la première section, prouvent incontestablement la possibilité d'avoir un précipité martial attirable à l'aimant, par l'alkali volatil caustique; mais elles n'auroient pas suffi pour démontrer que cette propriété d'être attirable dépend de l'absence de l'air fixe dans le précipitant. Il falloit encore faire voir qu'un alkali volatil saturé d'air fixe précipite constamment le fer en safran de mars, en fournissant à ce métal l'air fixe dont il se sépare à mesure qu'il s'unit aux acides; en conséquence, j'ai cru devoir précipiter les mêmes dissolutions de fer par l'alkali volatil concret obtenu du sel ammoniac distillé avec l'alkali fixe du tartre.

corrodée, pour ainsi dire; cette portion est dans un état de ténuité extrême, & parfaitement semblable à l'éthiops de LEMERY; c'est sur cette observation que sont fondés les procédés de MM. ROUELLE & CROHARÉ communiqués à la société royale de médecine par M. D'ARCET.

S E P T I È M E E X P É R I E N C E .

J'ai jetté de l'alkali volatil concret dans une dissolution de vitriol martial ; l'alkali a furnagé & il s'en est dégagé des bulles d'air qui ont occasionné une effervescence assez vive ; peu à peu il s'est fait un précipité abondant d'un vert obscur qui a d'abord furnagé, & qui s'est ensuite précipité au fond de la liqueur. J'ai filtré le mélange, il a passé trouble. Le précipité resté sur le filtre étoit d'un vert foncé, & ses bords ont pris très-vîte la couleur de rouille (1). Cette couleur s'est foncée & déve-

(1) En général dans toutes les précipitations du fer par les alkalis, le métal est d'autant plus vîte rouillé, qu'il est plus divisé & qu'il présente plus de surfaces.

J'ajouterai ici une observation qui a sans doute déjà été faite par plusieurs chimistes, mais dont la cause n'est pas connue. Lorsqu'on laisse ces précipités séjourner dans des vaisseaux de verre, la portion qui touche les parois de ces vaisseaux y adhère avec beaucoup de force, & j'ai vu plusieurs fois des matras & des cornues, dont il étoit impossible d'enlever les taches ferrugineuses même avec les acides les plus forts. Il se fait, à ce qu'il paroît, une union, une combinaison entre le verre & la chaux de fer, de sorte que le premier perd sa transparence & une partie de ses propriétés.

Telle est encore l'espèce d'altération que le verre le

loppée de plus en plus en séchant, elle est enfin devenue d'un brun jaunâtre, & l'aimant passé sur ce précipité réduit en parcelles assez fines n'en a rien attiré. Le fer étoit donc dans un état de safran de mars. Je ferai observer que, lorsqu'on dessèche à un feu vif ce précipité, ainsi que tous ceux que l'on obtient par les alkalis saturés d'air fixe, ils deviennent d'un brun noir & attirables. La cause de ce phénomène fera éclaircie par des expériences dont je rapporterai le détail dans un autre mémoire.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

L'alkali volatil concret mis dans une dissolution de nitre de fer, a précipité ce métal avec

plus dur éprouve de la plupart des substances salines, & je ne ferai que rappeler ici aux chimistes exercés ce qu'ils ont vu bien des fois dans leurs laboratoires. Les flacons du cristal le plus dur, dans lesquels on conserve des acides, les ballons que l'on emploie à leur distillation, conservent des nuages blancs sur leur paroi intérieure, lorsqu'ils ont servi quelque tems à cet usage. Aucun dissolvant n'enlève ces taches, qui sont la suite de la corrosion du verre, & de la perte de son poli : ces nuages disparaissent quand les vaisseaux sont pleins d'un fluide blanc ; lorsqu'on vient de les laver & qu'ils sont encore humides, ils ont une belle transparence, mais le nuage reparoit à mesure qu'ils se sèchent.

effervescence sous la forme des flocons d'un jaune brun, qui se sont étendus dans tout le mélange, & l'ont rendu d'une consistance gélatineuse. J'ai filtré, la liqueur a passé trouble & chargée d'une partie du précipité. Le filtre séché au feu étoit couvert de petits fragmens d'un brun noirâtre, séparés les uns des autres, leur bord étoit d'un jaune d'ochre, & ils ne contenoient aucune parcelle attirable à l'aimant.

N E U V I È M E E X P É R I E N C E .

La dissolution de fer par l'acide marin, étendue d'eau, a fait une très-vive effervescence avec l'alkali volatil concret. Il s'est précipité des flocons verts dont la couleur s'est foncée à mesure que leur quantité augmentoit. J'ai filtré, la liqueur étoit trouble. Le précipité resté sur le filtre est devenu d'un brun jaunâtre en séchant. Il se détachoit du filtre par écailles, & il n'avoit aucune molécule attirable à l'aimant.

D I X I È M E E X P É R I E N C E .

J'ai étendu d'eau une portion de la dissolution de fer par l'eau régale. J'y ai mis de l'alkali volatil concret qui s'est précipité au fond de la liqueur. Chaque bulle d'air qui s'en dégageoit

en gagnant le haut du vase, séparoit de la dissolution un petit flocon de fer qui étoit d'un gris verdâtre. Ce phénomène qui n'étoit point d'abord accompagné d'effervescence, m'a démontré que l'air fixe dégagé de l'alkali volatil s'unissoit à une portion de fer qui se séparoit en même-tems de l'acide. En agitant le mélange, il s'y est excité une effervescence très-vive, le précipité devenu très-abondant, a troublé toute la liqueur à laquelle il a donné une couleur d'olives. Je l'ai filtrée, elle a passé un peu trouble; le précipité resté & desséché sur le filtre étoit d'un jaune brun un peu rougeâtre & nullement attirable.

O N Z I È M E E X P É R I E N C E.

En vain j'ai tenté de précipiter le fer de la teinture de mars tartarisée par l'alkali volatil concret. Ce sel à petite dose n'y a produit aucune espèce de changement. Il l'a seulement un peu épaissie, ce qui provient sans doute de la réaction de l'alkali volatil sur l'esprit-de-vin qui entre dans cette teinture (1).

(1) Tous les chimistes savent que l'alkali volatil saturé d'acide craïeux, ou le sel ammoniacal craïeux uni à l'esprit-de-vin, forme une substance qui s'épaissit peu

Je n'ai pas été plus heureux avec la dissolution des boules de mars. L'alkali volatil concret s'y est dissous sans occasionner ni effervescence, ni précipité. On doit se souvenir que le tartre martial soluble a offert absolument le même résultat avec l'alkali volatil caustique.

DOUZIÈME EXPÉRIENCE.

La dissolution du fer par l'acide du vinaigre, a fait une effervescence marquée avec l'alkali volatil concret. Le fer s'est précipité en flocons d'un vert foncé assez abondans. J'ai filtré, la liqueur a passé un peu trouble. J'ai exposé le filtre à une chaleur douce, ainsi que tous ceux des précipitations précédentes. Le précipité est devenu d'un jaune brun en séchant. Il étoit formé de petites lames séparées les unes des autres, & qui n'étoient nullement attirables à l'aimant.

à peu, & que l'on connoît dans les laboratoires, sous le nom de *Offa Helmontii*

T R O I S I È M E S E C T I O N .

*Résultats des expériences décrites ci-dessus,
& inductions qu'on peut en tirer.*

EN résumant sur toutes les expériences rapportées ci-dessus, je crois pouvoir tirer les conséquences suivantes, quant aux précipités martiaux, à l'alkali volatil, ou enfin aux acides.

D'abord par rapport aux précipités martiaux il est évident,

1°. Que la différence de l'état de l'alkali volatil est la cause de celle que l'on observe dans ces précipités.

2°. Que cette différence est due à la présence ou à l'absence de l'air fixe dans l'alkali volatil précipitant.

3°. Que le fer combiné avec l'air fixe de l'alkali volatil concret dont on se sert pour le précipiter, forme, avec cet acide aérien, un safran de mars qui a des propriétés différentes de celles du fer pur.

4°. Que ces propriétés nouvelles, qui sont la couleur plus ou moins brune, la plus grande pesanteur, l'indissolubilité ou la difficulté de se dissoudre dans les acides, annoncent que

le fer précipité en safran de mars par l'alkali volatil concret, est dans un état voisin d'un sel neutre, puisqu'en effet il n'acquiert ses propriétés métalliques, que lorsqu'on lui enlève l'acide qui le neutralise.

5°. Que le fer n'a besoin que d'une très-petite quantité d'air fixe pour être dans l'état de safran de mars, puisqu'il suffit que l'alkali volatil soit un peu effervescent pour ôter à ce métal la propriété d'être attirable à l'aimant.

6°. Qu'une nouvelle preuve du peu d'air fixe nécessaire pour neutraliser le fer dans sa précipitation, c'est le dégagement de ce fluide élastique, qui a lieu dans l'union de l'alkali volatil effervescent avec les sels martiaux, & malgré lequel le fer précipité est parfaitement neutralisé par l'air fixe.

7°. Que c'est à l'absence de l'air fixe dans l'alkali volatil caustique qu'est due la propriété d'être attirable à l'aimant, que le fer a lorsqu'on le précipite par cet alkali (1); & que

(1) Cette assertion doit être modifiée, & elle n'est pas aussi généralement vraie qu'elle est énoncée ici. Dans toutes ces expériences, il faut faire attention à l'état de la dissolution; le fer peut y être plus ou moins calciné suivant la manière dont sa combinaison avec l'acide a été faite. Si la dissolution a été préparée avec un acide

L'union de cet acide aérien avec le fer, lui ôte cette propriété en lui en donnant de nouvelles, que nous avons reconnues dans le safran de mars.

8°. Que la légéreté ou la pesanteur des précipités martiaux fait reconnoître l'absence de l'air fixe ou son union avec le fer, puisque ce métal s'élève constamment au haut de la liqueur, lorsqu'on le précipite par l'alkali volatil caustique, & tombe au contraire au fond du mélange, lorsqu'on le précipite par l'alkali volatil effervescent.

9°. Que dans les précipités martiaux les plus attirables, il y a toujours une petite portion de fer réduite en safran de mars, qui occupe les bords du filtre.

10°. Que ces précipités attirables retiennent toujours une partie d'alkali volatil caustique, puisqu'ils exhalent une odeur très-vive & très-pénétrante de ce sel.

concentré & à l'aide de la chaleur, le fer y est déjà fort calciné, & quelque pure que soit la substance précipitante que l'on emploie ensuite, la plus grande partie du précipité est calcinée, & l'on n'en a même quelquefois aucune portion attirable à l'aimant. Cela est particulièrement applicable à la dissolution nitreuse de fer.

11°. Qu'ils sont très-dissolubles dans l'alkali volatil caustique, puisqu'ils disparoissent en partie, lorsqu'on ajoute plus de ce sel qu'il n'en faut pour précipiter les dissolutions martiales (1).

12°. Enfin, qu'il est possible de rendre le fer précipité par l'alkali volatil saturé d'air fixe, attirable à l'aimant, en le desséchant sur un feu très-vif; cette expérience, faite dans des

(1) J'ai prouvé cette assertion un grand nombre de fois dans mes cours, en précipitant la dissolution nitreuse de fer par l'alkali volatil caustique. Si l'on ajoute plus de cet alkali qu'il n'en faut pour saturer l'acide nitreux, le fer précipité se redissout & la liqueur prend une couleur rouge-brune très-belle; j'ai même plusieurs fois proposé aux jeunes médecins cette dissolution comme une teinture alkaline martiale plus active & plus pénétrante que celle de STAHL; je la crois très-utile, lorsque l'on a à combattre des accidens nerveux accompagnés & souvent la suite d'obstruction ou d'embaras dans les viscères du bas-ventre. Cette teinture ne se conserve pas long-tems; le fer s'en précipite très-promptement; il est nécessaire en conséquence de la préparer peu de tems avant de la faire prendre aux malades, & d'en conserver la dose totale qu'on partage ensuite en plusieurs gouttes pour les doses particulieres, dans des flacons de cristal parfaitement bien bouchés, & qu'elle remplisse entièrement; c'est le contact de l'air qu'il faut éviter.

vaisseaux fermés, m'a fourni, comme on le verra dans mon second mémoire, la preuve complète que ce précipité de fer par l'alkali volatil concret, est le résultat de la combinaison du métal avec l'air fixe.

Quant à l'alkali volatil, il paroît prouvé par mes expériences,

1°. Que l'alkali volatil caustique le devient encore davantage dans les précipitations martiales, puisqu'il prend dans ces opérations une odeur plus vive & plus pénétrante, & que sa volatilité est extrême.

2°. Que l'alkali volatil privé d'air fixe paroît être dans l'état purement alkalin; tandis que l'alkali volatil effervescent est une espèce de sel neutre, dont l'acide a le moins d'affinité possible avec sa base, puisqu'elle peut en être séparée par le feu, la chaux & tous les acides.

3°. Que l'alkali volatil prive de cet acide, jouit de ses propriétés avec plus d'énergie que lorsqu'il est uni à l'air fixe; il se combine mieux avec les huiles, avec les acides, & même avec les substances métalliques; son odeur est plus vive, sa volatilité plus grande; enfin, il a le caractère frappant de tous les sels simples, d'être toujours sous forme fluide, & même gazeuse.

4°. Que l'alkali volatil dans cet état a une fingulière affinité avec l'air fixe ; qu'il s'empare de celui de l'atmosphère contenu au-dessus de lui dans un flacon , de manière qu'il fait le vide dans ce vaisseau , au bout d'un certain tems, après lequel il est devenu effervescent (1).

5°. Que pour peu qu'il contienne d'air

(1) Je me suis apperçu pour la première fois , il y a au moins huit ans , que les flacons où l'on renferme de l'alkali volatil fluor , ou de l'esprit alkalin volatil , étoient très-difficiles à déboucher ; & que , lorsqu'on en ôtoit le bouchon , l'air extérieur y pénétoit avec bruit ; j'ai soupçonné dès-lors que le gaz alkalin absorboit une partie de l'air contenu au-dessus de l'alkali , sans savoir à cette époque quelle pouvoit être cette portion absorbée. Dès qu'il fut prouvé que l'atmosphère contenoit beaucoup d'air fixe ou acide craieux , je conçus bientôt la raison de ce phénomène , & je la démontrai alors dans tous mes cours. Pour cela , je prends de l'alkali volatil très-caustique , & qui ne trouble point du tout l'eau de chaux , je le laisse environ une demi-heure exposé à l'air dans un verre ; en le versant ensuite sur de l'eau de chaux , il y occasionne un précipité très-marké , dû à l'acide craieux que l'alkali volatil a absorbé de l'atmosphère , & dont la chaux s'empare pour passer à l'état de craie. Cette expérience , qui m'a toujours réussi , prouve qu'il en est de l'esprit alkali volatil comme de l'eau de chaux , & qu'il attire à lui l'acide craieux qui fait partie du fluide atmosphérique.

fixe ,

fixe, il fait effervescence avec les acides, & précipite le fer en safran de mars. A cette occasion je dois faire remarquer, que pour avoir un alkali volatil très-caustique & très-privé d'air fixe, il faut distiller le sel ammoniac avec trois parties de chaux très-vive, & avoir soin d'employer de l'eau distillée & bouillie dans cette opération. Le mieux est de distiller ce mélange à sec. On n'a, il est vrai, qu'une petite quantité d'alkali volatil, mais on est sûr que ce sel est le plus privé d'air fixe qu'il est possible. On peut ensuite ajouter de l'eau distillée au résidu qui n'est pas entièrement décomposé, & l'on obtient par une seconde distillation un alkali volatil assez caustique, mais qui ne l'est pas, à beaucoup près, comme le premier. Il est absolument indispensable de se servir de chaux très-vive; car, pour peu que cette dernière contienne d'air fixe, comme dans l'état de chaux éteinte, l'alkali volatil qu'elle dégage du sel ammoniac est effervescent. Je dois encore avertir que, dans la distillation du sel ammoniac & de la chaux vive sans eau, il faut avoir soin de se servir de trois grands ballons enfilés, & de déboucher souvent le petit trou du dernier, car sans ces précautions les vapeurs d'alkali volatil sont si expansibles & si élastiques,

qu'elles font capables de briser les ballons, & de les faire sauter en éclats. Cet accident est arrivé à un chimiste de ma connoissance, & il est important d'en être prévenu. Pour éviter cet inconvénient, on peut mettre dans le premier ballon un peu d'eau distillée, qui se charge du gaz alkalin dégagé dans cette opération. Ce moyen est dû à M. BUCQUET, qui l'a publié dans ses leçons (1).

6°. Il est certain que l'alkali volatil uni aux autres acides, est toujours privé d'air fixe, puisque l'effervescence qu'on observe constamment dans cette union, n'est autre chose que le dégagement de ce fluide séparé de sa base alkaline par l'acide minéral ou végétal, avec lequel l'alkali volatil a une plus grande affinité qu'avec l'air fixe.

7°. Enfin, nous pouvons conclure de ces observations réunies, que l'alkali volatil paroît être dans trois états différens.

1°. Purement alkalin & sans aucun mê-

(1) Je ne connoissois pas en 1777, le procédé de M. Woulfe, cet habile chimiste a vaincu toutes les difficultés; on peut voir la sûreté, l'exactitude & l'avantage de ce procédé dans mes *Elémens de Chimie*, premier volume, page

lange d'air fixe, tel qu'il est dans sa combinaison avec les acides minéraux, ou séparé du sel ammoniac par la chaux très-vive. Il jouit alors de toutes ses propriétés avec beaucoup d'énergie; & il est dans l'état de gaz permanent. Dissous dans l'eau, il forme l'alkali volatil fluor, ou esprit alkalin volatil.

2°. Combiné avec une certaine quantité d'air fixe, assez grande pour lui donner la propriété de faire effervescence avec les acides, & de précipiter le fer en safran de mars, mais trop petite pour lui donner celle de cristalliser; c'est une espèce de sel neutre, avec le moins d'air fixe possible; on l'obtient en distillant du sel ammoniac avec de la chaux éteinte, ou en laissant le premier exposé à l'air ou dans des vaisseaux mal bouchés.

3°. Uni à l'air fixe au point de saturation faisant effervescence avec les acides, cristallisant bien, & dans l'état d'un vrai sel neutre (1) qui se décompose très-facilement; tel est celui que l'on obtient du sel ammoniac par l'alkali fixe.

(1) C'est dans cet état que M. BUCQUET lui a donné le nom de sel ammoniacal craieux, nom auquel je crois qu'il sera bien difficile d'en substituer un meilleur & plus expressif.

Je crois devoir avertir que les résultats que je viens d'offrir sur l'alkali volatil, n'ont rien de neuf, & ne font que confirmer la doctrine de MM. BLACK, JACQUIN & LAVOISIER. Je n'ai fait que présenter cet objet sous un nouvel aspect, sur-tout quant aux différens états dans lesquels se trouve l'alkali volatil relativement à son union avec l'air fixe.

Il me reste maintenant à indiquer les conséquences relatives aux acides, sur lesquelles je crois devoir être très-réservé. Je me contenterai donc d'offrir simplement les résultats suivans, d'après les faits énoncés dans mon mémoire.

1°. L'acide marin & celui du vinaigre, unis au fer, fournissent le plus de mars régénéré par l'alkali volatil caustique.

2°. L'acide nitreux est celui qui en donne le moins par le même alkali ; & on a même beaucoup de peine à en obtenir avec cet acide (1).

(1) Je suis parvenu plusieurs fois, depuis la rédaction de ce mémoire à obtenir un précipité attirable à l'aimant de la dissolution nitreuse martiale par l'alkali volatil pur. Voici le procédé qui m'a réussi. Je dissous du fer dans de l'acide nitreux foible & ne pesant pas plus de 36 à

3°. L'eau régale & l'acide vitriolique tiennent le milieu entre les deux précédens, & donnent constamment du fer régénéré, avec beaucoup de fer en safran de mars, par l'alkali volatil caustique.

4°. Le tartre martial soluble ne laisse point précipiter de fer par l'alkali volatil caustique ou non caustique, & il ne paroît pas être décomposable par ce sel simple.

40 grains que l'eau sous un volume d'une once de ce dernier fluide, en présentant le métal peu à peu & en fils, comme M. ROUELLE le recommandoit pour l'étain; lorsque cet acide est, non pas saturé, mais coloré en rouge clair, j'y fais passer du gaz alkalin volatil en chauffant de l'alkali volatil fluor dans une petite cornue dont le bec plonge dans la dissolution; il se forme un précipité extrêmement léger & d'un vert tirant sur le noir; je filtre, je passe de l'eau distillée sur le filtre, je le fais dessécher promptement sur une brique ou sur un carreau chauffé, & j'ai, par ce moyen, une poudre presque aussi noire que l'éthiops martial, & fort attirable à l'aimant. Quelquefois ce procédé n'a pas eu tout le succès que j'annonce, & j'ai cru observer qu'il réussissoit plus constamment en hiver & par un tems très-froid, que dans l'été. Je rends donc à M. MARET toute la justice que mérite l'exacritude de son travail, & j'avoue de bonne-foi que je n'étois pas tout-à-fait dans cette disposition relativement à son expérience, à l'époque où j'ai lu ce mémoire à l'académie.

5°. Tous les acides ne donnant pas le même précipité martial par l'alkali volatil caustique, il est incontestable que cette différence tient à la manière dont chacun de ces sels simples agit sur le fer.

6°. Cette action diverse des acides sur le fer, est prouvée par l'observation d'après laquelle nous savons que chacun d'eux dissout ce métal avec des circonstances particulières. En effet, l'acide vitriolique le dissout en grande quantité, produit de l'air inflammable dans cette dissolution, & forme avec le fer un sel cristallisable. L'acide nitreux le dissout avec fracas, exhale en même-tems de l'air nitreux, laisse ensuite précipiter ce métal en ochre jaunâtre, ainsi que l'eau régale & l'acide du vinaigre, & forme avec lui un sel très-déliquescent. L'acide marin le dissout lentement & en petite quantité, produit de l'air inflammable dans cette dissolution, ainsi que l'acide du vinaigre, & est assez intimement uni au fer pour ne le laisser précipiter que lentement : cependant le sel qu'il forme avec ce métal est déliquescent.

7°. Ces différences très-singulières dépendent sans doute de la composition intime de chaque acide ; mais cette composition intime des acides étant absolument inconnue jusqu'à

présent (1), il seroit impossible de donner l'explication de ces phénomènes, sans se livrer à des hypothèses qui ne font qu'augmenter les difficultés de la science, sans en reculer les bornes.

8°. Dans cette impossibilité, il faut s'en tenir au simple énoncé des faits, jusqu'à ce que des expériences heureuses nous aient mis en état de résoudre les problèmes qu'ils nous offrent.

9°. Enfin, comme il ne faut rien négliger de ce qui peut faire trouver la solution de ces problèmes importans, il est bon de terminer ces réflexions, en faisant observer que l'existence de l'air déphlogistiqué démontrée par M. LAVOISIER dans l'acide vitriolique & dans l'acide nitreux, contribue sans doute pour beaucoup à la différence des précipités martiaux obtenus par l'alkali volatil caustique, relative aux différens acides avec lesquels le fer est combiné.

Telles sont les expériences que j'ai tentées pour examiner la différence des précipités

(1) Il faut en excepter les acides vitriolique & nitreux, sur la composition desquels nous commençons à avoir des connoissances assez exactes depuis les beaux travaux de MM. PRIESTLEY & LAVOISIER.

martiaux par l'alkali volatil uni à l'air fixe, ou privé de cet acide. Je les ai décrites avec beaucoup de détails, & l'on pourroit peut-être m'accuser d'avoir été minutieux. Mais j'ai cru qu'il étoit important de mettre l'exacritude la plus scrupuleuse en observant les dissolutions & précipitations martiales, parce qu'elles offrent des phénomènes frappans, qui peuvent faire découvrir la composition intime des acides. D'ailleurs lorsqu'on n'a pas des découvertes brillantes à annoncer dans une science d'observation, on doit du moins rapporter les faits avec vérité, & tâcher d'avoir le mérite d'observateur exact, puisque celui d'inventeur n'est point en notre pouvoir, & n'est souvent dû qu'au hazard.



SECONDE MÉMOIRE

*Sur la différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques ou non caustiques *.*

J'AI démontré dans mon premier mémoire que l'alkali volatil caustique ou privé d'air fixe, précipite le fer en nature métallique, & que ce métal séparé des acides par l'alkali volatil concret est dans l'état de safran de mars. Ce dernier phénomène m'a paru être dû à ce que l'alkali volatil qu'on emploie, est combiné à un acide particulier, nommé air fixe ou acide méphitique (1), qui s'en séparant à mesure que l'alkali s'unit à l'acide qui dissolvoit le fer, se joint à ce métal & lui enlève ses propriétés métalliques. J'ai cru devoir tenter les mêmes expériences avec les alkalis fixes, & je me propose de rendre compte dans ce mémoire, des résultats que j'ai obtenus, tant avec ces substances salines, qu'avec la craie & la chaux.

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie le 24 janvier 1778.

(1) Le nom d'acide craieux n'étoit point encore adopté.

PREMIÈRE SECTION.

*Fer précipité par l'alkali fixe concret ou saturé
d'acide méphitique.*

P O U R établir une liaison entre les expériences détaillées dans le premier mémoire, & celles qui sont le sujet de celui-ci, je commence par examiner l'action de l'alkali fixe concret sur les dissolutions martiales, parce que le fer précipité par l'alkali fixe dans cet état, est absolument de la même nature que celui que l'on précipite par l'alkali volatil concret dont je ne me suis occupé qu'en dernier lieu dans mon premier mémoire; je me suis servi dans les expériences de cette première section de l'alkali fixe du tartre bien pur & bien sec (1).

(1) Tous les chimistes savent aujourd'hui que l'alkali fixe du tartre est un composé de l'alkali fixe végétal & d'acide craieux. Feu M. BUCQUET pour le distinguer de l'alkali fixe pur, lui a donné le nom de tartre craieux. J'ajouterai aux idées déjà très-répondues sur ce sel, qu'il se trouve dans plusieurs états différens, comme tous les composés où entre l'acide de la craie. 1°. Il ne contient souvent que très-peu d'acide; alors ses propriétés alkales sont encore très-énergiques, il attire l'humidité de l'air, il ne se cristallise point, il s'échauffe avec l'eau;

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Cet alkali jetté dans une dissolution de vitriol martial, a d'abord gagné le fond de la liqueur sans y produire aucun changement ; peu à peu il s'est fait une effervescence, pendant laquelle le fer s'est précipité abondamment & sous la forme d'une poudre d'un vert clair. Cette poudre s'est rassemblée au fond du mélange ; tandis que le fer précipité par l'alkali volatil caustique étoit léger & montoit toujours à la surface de la liqueur. Ce phénomène indique donc une pesanteur plus considérable que dans les précipités faits par l'alkali volatil caustique. J'ai filtré, & j'ai séché le fer resté sur le filtre, à une chaleur douce, Il a

tel est l'alkali végétal qu'on retire par la combustion du tartre, du bois, &c. 2°. Ou bien il est saturé d'acide craieux, dans ce cas sa saveur est plus foible, il cristallise, il est effervescent, il produit du froid dans sa dissolution ; c'est là le véritable tartre craieux, sel neutre que M. le Duc de CHAULNES a le premier bien fait connoître. 3°. Il peut être plus ou moins chargé d'acide craieux depuis la plus petite quantité jusqu'à sa saturation, c'est une propriété commune à tous les composés craieux. Voyez la fin du mémoire sur le sel neutre résultant de la combinaison de l'acide craieux avec le fer.

pris bien vîte une couleur jaune rougeâtre, & il ne contenoit pas un atôme attirable à l'aimant.

S E C O N D E E X P É R I E N C E .

J'ai mis de l'alkali végétal concret dans une dissolution de fer par l'acide nitreux étendue d'eau, l'alkali n'a agi que peu à peu, & il a précipité le fer en flocons bruns qui se sont réunis au fond de la liqueur; la précipitation assez abondante étoit accompagnée d'une effervescence moins vive que celle du vitriol martial précipité par le même alkali. Le fer resté sur le filtre étoit jaunâtre, nullement attirable, & il ressembloit aux safrans de mars ordinaires.

T R O I S I È M E E X P É R I E N C E .

L'alkali fixe a précipité la dissolution de sel de fer en flocons pesans, d'un vert foncé assez brillant. L'effervescence a été marquée, quoiqu'elle se soit faite lentement. Le précipité séché sur le filtre étoit d'un brun noirâtre, mais nullement attirable.

Q U A T R I È M E E X P É R I E N C E .

Le sel régalin de fer étendu d'eau a offert un précipité d'un vert foncé très-vif par l'al-

kali fixe concret, il est devenu brun foncé en se desséchant, & il ne contenoit aucun atôme de fer révivifié & attirable. Je ferai remarquer que ce précipité, ainsi que le précédent, étoit d'une couleur plus foncée que ceux du vitriol & du nitre de fer, quoique j'aie employé le même alkali dans ces expériences. C'est une nouvelle preuve de ce que j'ai avancé dans mon premier mémoire, savoir, que chaque acide altère le fer à sa manière.

C I N Q U I È M E E X P É R I E N C E .

L'alkali fixe du tartre mis dans la teinture de mars tartarisée étendue d'eau, n'a point produit de précipité sensible, sans doute à cause du peu de fer qu'elle contient dans cette circonstance. La même teinture non étendue d'eau, a donné un peu de précipité qui s'est redissous en entier en la versant sur le filtre. La difficulté qu'il y a d'obtenir un précipité de cette teinture, m'a empêché de juger de l'état du fer dans cette dissolution tartareuse.

S I X I È M E E X P É R I E N C E .

Le sel acéteux de fer a fait un peu d'effervescence avec l'alkali fixe du tartre. La liqueur ne s'est presque pas troublée, elle a seulement

perdu de sa couleur, & il s'est précipité sur l'alkali des flocons verdâtres qui ont formé à sa surface une couche de cette couleur.

Ce précipité a bruni en séchant, & ressembloit aux précédens, en ce qu'il n'avoit aucune parcelle attirable à l'aimant.

Tous les précipités martiaux, dont je viens de parler, peuvent être rendus attirables par un procédé particulier. M. BAUMÉ a fait une mention expresse de ce procédé dans sa *Chimie expérimentale*, tom. II, pag. 580. Il consiste à dessécher sur un feu vif ces précipités en les agitant avec une spatule de fer. Par ce moyen, ils deviennent plus ou moins noirs, & ils acquièrent la propriété d'être attirables. Mais cette expérience qui paroît d'abord renverser mon opinion, ne fait au contraire que lui ajouter de nouvelles forces. En effet, M. BAUMÉ qui a opéré dans des vaisseaux ouverts, n'a pas vu tout ce qui se passoit dans cette opération, & il ne s'est pas aperçu que le précipité martial ainsi traité, éprouvoit une vraie décomposition. Au reste, je réserve ces détails pour mon troisième mémoire.

SECONDE SECTION.

Fer précipité par l'alkali fixe caustique ou privé d'acide méphitique.

L'ALKALI fixe, uni à l'acide méphitique, comme il l'est dans l'état ordinaire, précipitant le fer en safran de mars, il falloit rechercher si le même alkali pur & séparé de cet acide, précipite le fer en nature métallique, à la manière de l'alkali volatil caustique. Les détails de cette seconde section sont destinés à présenter les résultats des expériences que j'ai tentées sur cet objet.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai d'abord employé la lessive des savonniers, qui, malgré qu'elle eût été préparée avec soin, faisoit un peu d'effervescence avec les acides. Cette liqueur caustique versée sur une dissolution de vitriol martial, a donné un précipité très-abondant, d'un vert foncé, dont les flocons réunis en une espèce de magma, ont furnagé la liqueur. Je l'ai filtrée, elle a passé transparente & un peu colorée en jaune. Il restoit sur le filtre une masse de précipité, d'un vert obscur, dont la couche supérieure

a pris en très-peu de tems une couleur de rouille foncée. Ce précipité séché est devenu d'un brun jaunâtre, & il ne contenoit presque aucune parcelle attirable à l'aimant.

J'ai examiné la liqueur filtrée, & qui avoit d'abord passé claire. Elle étoit trouble & avoit déposé une poussière noire très-tenuë. Je l'ai filtrée une seconde fois, & j'ai eu sur le filtre un enduit noirâtre, dont les bords étoient brillans, & qui contenoit des parcelles attirables, quoiqu'en petite quantité.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

La lessive des savonniers, versée dans une dissolution de fer par l'acide nitreux, a produit sur-le-champ & sans aucune effervescence un précipité de couleur brune, beaucoup plus claire que celle des précédens, & qui ressembloit au coagulum fait par les acides avec les humeurs animales. Ce précipité qui surnageoit d'abord la liqueur, s'y est mêlé, & à moitié dissous, lorsque je l'ai agité. J'ai filtré, le fer resté sur le filtre, a bruni en séchant : il ne contenoit aucune parcelle attirable à l'aimant, & il ressembloit parfaitement à celui que l'on obtient en précipitant le nitre de fer par l'alkali volatil caustique.

NEUVIÈME

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

La dissolution de fer par l'acide marin, étendue d'eau, a fait une légère effervescence avec la lessive des savoniers. Il s'est précipité sur-le-champ des flocons d'un vert foncé assez brillant, qui surnageoient la liqueur. La masse coagulée qu'ils formoient, s'est redissoute en partie en l'agitant. Ce précipité, desséché sur le filtre, offroit une poudre d'un rouge très-brun, & qui n'étoit presque point attirable. Il n'y a eu que très-peu de molécules qui se sont attachées à l'aimant passé très-près de ce précipité. Sa couleur étoit très-différente de celle du safran de mars, séparé du vitriol martial par la même lessive caustique. Il faut donc que l'acide marin n'agisse pas sur le fer, comme l'acide vitriolique.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai versé dans une portion de sel régalin de fer étendu d'eau, de la lessive des savoniers. Il s'est fait sur-le-champ un précipité abondant, qui s'est élevé au haut du mélange. Ces flocons d'une couleur verte très-foncée se sont dissous en partie & mêlés également à la liqueur, en les agitant. J'ai filtré ; le précipité resté sur le

filtre, est devenu d'un brun très-foncé, en séchant, il paroïsoit même presque noirâtre ; mais en l'écrasant, ses parcelles étoient manifestement rouges. L'aimant n'en a attiré que quelques molécules ; la plus grande quantité lui a résisté, & paroïsoit être semblable à du safran de mars astringent. Cette expérience est d'accord avec les précédentes, quant à la petite quantité de fer régénéré.

ONZIÈME EXPÉRIENCE.

La teinture de mars tartarisée, n'a éprouvé aucun changement par la lessive des fayoniers. La dissolution des boules de mars a présenté la même difficulté à être précipitée, & je n'ai pu séparer le fer de ces tartres martiaux solubles par la lessive caustique, ni par la pierre à cautère.

DOUZIÈME EXPÉRIENCE.

La lessive des fayoniers, versée dans une portion de sel acéteux de fer étendu d'eau, y a produit un précipité d'un très-beau vert, dont les flocons étoient plus légers que ceux des précédens. J'ai filtré, & j'ai fait sécher le filtre à une chaleur douce ; le précipité est devenu d'un brun presque tout noir, & soumis

à l'aimant, il contenoit une bonne partie de fer attirable. C'est même celui de tous qui avoit le plus de fer régénéré.

TREIZIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai essayé de précipiter toutes les dissolutions de fer dont j'ai parlé, par la pierre à cautère en poudre. Je n'ai jamais pu obtenir de précipités attirables. Ils étoient tous plus ou moins bruns. Celui du vitriol martial étoit déliquescant. En général, j'ai remarqué qu'il est très-difficile d'obtenir des précipités par la pierre à cautère. Cet alkali n'agit que très-peu & très-lentement sur les dissolutions de fer, & le peu de ce métal qu'il précipite tombe au fond de la liqueur, & est d'une couleur plus ou moins verte : celui du nitre de fer étoit rougeâtre. Pour peu qu'on agite ces mélanges, les précipités se dissolvent sur-le-champ, & cela m'est constamment arrivé en les versant sur les filtres. Je dois cependant avertir que j'ai eu une fois sur un filtre du sel de fer précipité par la pierre à cautère, quelques parcelles de fer très-attirables ; ce qui prouve du moins la possibilité d'en obtenir par l'alkali fixe caustique, employé dans son état de solidité.

T R O I S I È M E S E C T I O N .

*Fer précipité des acides par la craie , la chaux
& l'eau de chaux.*

Q U A T O R Z I È M E E X P É R I E N C E .

J'AI mis de la craie en poudre dans les différentes dissolutions martiales dont je me suis servi jusqu'ici, elle a fait avec toutes une effervescence assez vive. Le fer qu'elle a séparé de ces dissolutions étoit peu abondant, & il s'est constamment précipité au fond du mélange sous la forme d'une poudre verte claire. En filtrant ces précipités, le fer resté sur le filtre a pris une couleur de rouille très-jaune, & n'a offert aucune parcelle attirable à l'aimant.

Tel est le résultat général de ces expériences. Quant aux détails particuliers à chaque dissolution, celles du vitriol de mars & du sel de fer ont donné les précipités les plus abondans. Le sel acéteux martial n'a presque pas été décomposé par la craie, & il n'a laissé sur le filtre qu'une légère teinte jaunâtre : la liqueur filtrée étoit de la même couleur, & elle a laissé précipiter du fer par l'alkali fixe. Mais dans tous ces cas le fer étoit constamment dans l'état

de safran de mars, combiné avec une très-grande quantité d'air fixe. Il m'est même arrivé de dégager l'alkali volatil du sel ammoniac à froid, avec une certaine portion de craie restée sur le papier par lequel j'avois filtré le sel de fer précipité par cette substance salino-terreuse; ce qui prouve qu'elle s'étoit dépouillée d'une partie de son air, & qu'elle étoit dans un état voisin de celui de chaux. J'ai traité de même les autres portions de craie restées sur les filtres des autres dissolutions martiales précipitées par cette terre, & il n'y a que celle qui avoit été mêlée avec la dissolution marine de fer, qui m'ait présenté ce phénomène.

Je dois encore faire observer, 1°. que la teinture de mars tartarisée n'a éprouvé aucune altération de la part de la terre calcaire, ainsi que de la chaux & de l'eau de chaux; 2°. que les liqueurs filtrées de toutes les autres dissolutions martiales précipitées par la craie, ont été plus ou moins précipitées par l'alkali fixe; ce qui indique qu'elles n'ont été décomposées qu'en partie par cette terre, & qu'elles tenoient encore du fer en dissolution. Celle du vitriol martial n'en a que très-peu donné; celle du sel acéteux de fer en a fourni le plus, comme je l'ai déjà fait observer.

QUINZIÈME EXPÉRIENCE.

La chaux éteinte a précipité très-vîte & très-abondamment les dissolutions martiales. Le fer séparé par cette substance salino-terreuse, avoit une couleur d'un vert plus foncé que celui qui avoit été précipité par la terre calcaire ; il étoit aussi en partie plus léger, & il y en avoit quelques flocons qui nageoient dans la liqueur, tandis que d'autres se précipitoient au fond. Tous ces mélanges filtrés ont laissé sur le papier une partie de la chaux, recouverte d'un précipité martial, plus brun, plus abondant que ceux faits par la craie, mais pas plus attirables par l'aimant. La chaux restée sur le filtre a toujours dégagé l'alkali volatil du sel ammoniac à froid, & les liqueurs filtrées n'ont laissé précipiter par l'alkali fixe qu'une terre très-blanche, sans mélange de jaune de rouille ; ce qui prouve incontestablement que la chaux décompose très-bien les dissolutions martiales, & que les sels à base calcaire qui résultent de ces décompositions, ne contiennent aucune parcelle de fer. Mais ce qui est très-important à noter dans cette expérience, c'est qu'aucun de ces précipités n'a donné de fer régénéré, & qu'ils étoient tous dans l'état de safran de

mars, qui ne différoit de celui que j'avois obtenu par la craie, qu'en ce qu'il étoit plus foncé en couleur, plus abondant & plus léger. Il paroît très-vraisemblable que ces différences sont dues à l'absence de l'air fixe, ou du moins à sa moins grande quantité.

SEIZIÈME EXPÉRIENCE.

L'eau de chaux versée dans les dissolutions martiales, n'y occasionne de précipités que très-difficilement ; il faut au moins six parties de cette eau pour précipiter une partie de dissolution martiale. Alors la liqueur se trouble ; on y voit nager des flocons légers & très-petits, d'un vert foncé. Ces flocons se rassemblent au fond du mélange par le repos, & deviennent peu à peu semblables à une ochre très-jaune. En agitant le mélange, ou en le laissant quelque tems sans le filtrer, ces flocons se redissolvent & disparoissent ; il suffit même d'ajouter un peu d'eau de chaux lors de la précipitation, & le mélange reprend sur-le-champ sa première transparence. Lorsqu'on le filtre, il ne reste presque rien sur le papier ; & ce qu'on y trouve est un peu de safran de mars, qui n'est nullement attirable. Ce qu'il y a de singulier dans cette expérience, c'est la dissolution du préci-

pité martial par l'eau de chaux, dont il n'est, je pense, fait mention nulle part, & qui paroît mériter un examen particulier.

QUATRIÈME SECTION.

Résultats des Expériences précédentes.

LES expériences que je viens de détailler dans les sections précédentes, ne paroissent pas aussi concluantes que celles de mon premier mémoire. Il faut donc être très-réservé dans les inductions qu'on en peut tirer. Pour les offrir avec méthode, il est nécessaire de commencer par ceux que nous présente l'alkali fixe non caustique. Or, il résulte de son action sur les dissolutions martiales :

1°. Que l'alkali fixe végétal ordinaire, qui est une espèce de sel neutre formé de l'air fixe, ou acide de la craie, avec l'alkali fixe pur ou caustique, n'agit pas si vite sur ces dissolutions, que l'alkali volatil concret, qui n'est que l'alkali volatil fluor combiné avec l'acide méphitique.

2°. Que cet alkali fixe précipite le fer en safran de mars, lorsqu'il n'a pas été décomposé & rendu caustique par la chaux.

3°. Que ces précipités ressemblent à ceux produits par l'alkali volatil non caustique, en

ce qu'ils ne font point attirables à l'aimant.

4°. Qu'ils doivent leur état de chaux ou safran de mars à l'air fixe que l'alkali végétal leur a fourni, en s'unissant à l'acide qui tenoit le fer en dissolution.

5°. Qu'il n'y a qu'une petite quantité d'air fixe fourni par l'alkali végétal qui s'unit au fer, puisque la plus grande partie de cet acide se dissipe dans l'effervescence vive dont ces précipitations sont accompagnées.

6°. Que dans ces précipitations du fer par l'alkali fixe végétal, il y a toujours double décomposition & double combinaison. L'alkali fixe du tartre composé d'air fixe & de l'alkali caustique, quitte son acide aériforme, en s'unissant à celui qui dissolvoit le fer, tandis que ce métal, séparé de son dissolvant par l'alkali fixe, s'unit à une partie de l'air fixe qu'il trouve libre.

7°. Que le fer dans cet état, est semblable au safran de mars, & comme lui, dans l'état d'un sel neutre.

8°. Enfin, que ce sel neutre martial qu'il seroit peut-être convenable de désigner sous le nom de *craie de fer*, pour des raisons que je détaillerai ailleurs, est assez imparfait, puisqu'il peut être décomposé par l'action du feu seul; vérité que je ne fais qu'annoncer ici, &

que je démontrerai plus amplement dans mon troisième mémoire.

Quant aux phénomènes que nous a offerts l'alkali fixe, rendu caustique par la chaux avec les dissolutions martiales, nous en pouvons conclure : 1°. Que cet alkali ne précipite que très-peu de fer en nature attirable, & que la plus grande partie de ce métal est dans l'état de safran de mars, dont la couleur foncée est fort différente des safrans de mars ordinaires.

2°. Que cela vient sans doute de la grande difficulté qu'on éprouve à priver absolument cet alkali d'air fixe, puisqu'il fait toujours un peu d'effervescence avec les acides.

3°. Que dans cet état de causticité, l'alkali fixe a tant d'affinité avec l'air fixe, qu'il s'en fait avec avidité, & devient très-vîte de plus en plus effervescent, & de moins en moins capable de précipiter le fer avec ses propriétés métalliques ; observation que feu M. BUCQUET avoit faite avant moi, & dont je lui dois l'hommage (1).

(1) Il suffit de laisser quelques minutes exposée à l'air une lessive alkaline caustique, pour qu'elle attire de l'atmosphère l'acide craieux qui y est toujours contenu. Il en est de même de l'évaporation de cette lessive ;

4°. Que les précipités martiaux fournis par cet alkali, diffèrent essentiellement de ceux produits par l'alkali fixe saturé d'air fixe, en ce qu'ils ont moins de ce dernier principe. Ce fait est prouvé incontestablement, 1°. par leur légèreté ; 2°. par leur couleur plus foncée ; 3°. enfin, par la plus grande facilité qu'il y a à les décomposer, comme je le ferai observer dans mon troisième mémoire.

5°. Qu'il n'est pas moins prouvé qu'il est possible d'avoir un précipité martial, attirable par l'alkali fixe caustique, puisque j'en ai obtenu dans plusieurs expériences, quoiqu'en petite quantité.

6°. Que la nature de ce précipité est certainement due à l'absence ou à la moins grande quantité d'air fixe dans l'alkali fixe, puisque cet alkali caustique ne diffère de ce sel dans l'état ordinaire, que par la privation d'acide méphitique.

7°. Que tous ces faits réunis démontrent

lorsqu'on veut avoir de l'alkali bien fixe caustique dans l'état sec, il ne faut point évaporer à l'air libre, & l'on doit faire cette opération dans des cornues. On trouvera dans des recherches sur le kermès minéral qui seront publiées incessamment, des détails sur la difficulté d'obtenir un alkali fixe, sec & bien caustique.

qu'il ne faut qu'une très-petite quantité d'air fixe , pour neutraliser le fer précipité des acides , & pour lui ôter la propriété d'être attirable à l'aimant.

8°. Que les précipités martiaux non attirables diffèrent entr'eux par la quantité d'air fixe à laquelle ils sont unis , & qui les rend plus ou moins colorés, pesans & décomposables. Ainsi il peut y avoir de ces précipités avec excès d'air fixe , & d'autres avec excès de fer.

9°. Que le fer précipité par la pierre à cautère, a beaucoup d'affinité avec cet alkali , & que , lorsqu'il y a un peu plus de ce sel qu'il n'en faut pour la précipitation de ce métal , il s'y unit & disparaît ; de sorte que la liqueur reprend sa première transparence , devient un peu jaunâtre , & n'offre plus aucune trace du précipité.

10°. Enfin que , pour obtenir du fer précipité en nature métallique par l'alkali fixe caustique , il faut mettre ce dernier sel avec beaucoup de précaution dans les dissolutions martiales , afin de ne pas dissoudre le précipité à mesure qu'il se forme.

Je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici que l'air atmosphérique m'a paru jouer un rôle dans ces précipitations , & je me propose

de faire des expériences pour éclaircir cet apperçu.

Les acides paroissent aussi contribuer à la différence des précipités martiaux, que l'on obtient par l'alkali fixe privé d'acide méphitique. Les faits que j'ai fait observer relativement à cet objet, conduisent naturellement aux conséquences suivantes.

1°. L'acide vitriolique & l'acide marin ont donné des précipités, dont la plus grande partie étoit dans l'état de safran de mars, & dont quelques portions étoient attirables à l'aimant.

2°. L'acide nitreux n'a pas fourni du tout de précipité attirable. Il étoit tout dans un état de safran de mars d'une couleur foncée.

3°. L'acide tartareux n'a laissé précipiter aucune parcelle de fer.

4°. L'acide du vinaigre est celui de tous qui a donné le plus de fer attirable.

5°. Il est incontestable que celá vient de la manière dont chacun de ces acides agit sur le fer.

6°. La nature particulière de chacun de ces fels simples étant inconnue, on ne doit rien avancer sur leur manière d'agir, & il faut s'en tenir au simple exposé des faits qui ne peuvent pas nous tromper.

Enfin, quant à la manière dont la craie & la chaux précipitent le fer de ses dissolutions, nous avons vu,

1°. Que la craie ne le sépare des acides, qu'avec difficulté, & en petite quantité.

2°. Que la chaux le précipite abondamment & très-vîte.

3°. Que ces deux précipités diffèrent l'un de l'autre, en ce que le premier est très-jaune & pesant; le second est foncé en couleur & plus léger.

Nous pouvons conclure de ces faits, 1°. que la chaux a d'autres affinités que la craie.

2°. Que cette dernière terre est masquée dans ses propriétés, par l'air fixe qui lui est uni, & qui la met dans l'état d'un vrai sel neutre.

3°. Que, lorsqu'elle s'unit aux acides qui tiennent le fer en dissolution, elle n'agit sur eux que lentement, & qu'elle réduit le fer dans un état de safran de mars complet.

4°. Que la chaux n'est jamais dépouillée de tout son air fixe, ainsi que M. LAVOISIER l'a déjà fait observer.

5°. Que le peu de cet acide élastique qu'elle contient, suffit pour neutraliser le fer & lui ôter la propriété d'être attirable à l'aimant.

6°. Enfin que, lorsqu'elle est combinée à l'eau, elle est jusqu'à un certain point susceptible de s'unir au fer, puisque l'eau de chaux dissout ce métal qu'elle a d'abord précipité, lorsqu'on en met plus qu'il n'en faut pour le séparer de ses dissolvans (1).

(1) J'ai ajouté beaucoup moins de notes à ce mémoire qu'au premier, parce que celles qui accompagnent le précédent, m'ont paru suffire pour éclaircir beaucoup de points communs à tous les deux.



III. ET DERNIER MÉMOIRE

Sur la différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques ou non caustiques ().*

LES chimistes ont coutume de ne regarder l'analyse d'une substance comme complète, que lorsqu'on est parvenu à séparer d'une part ses principes en la décomposant, & de l'autre à la réformer, ou la faire reparoître avec toutes ses propriétés, en combinant ensemble les principes qu'on a obtenus de sa décomposition. C'est en effet la seule manière exacte de connoître la nature d'un corps, & tous les travaux de la chimie ne tendent qu'à acquérir cette connoissance. Cependant malgré les recherches multipliées d'un grand nombre d'hommes infatigables, il n'y a encore que très-peu de substances dont la composition intime soit prouvée par ces deux moyens, l'analyse & la synthèse.

(*) Ce mémoire rédigé en mai 1778, est la suite du travail qui fait l'objet des deux premiers.

J'ai annoncé dans mes deux premiers mémoires, que lorsque le fer est précipité de ses dissolutions par des alkalis effervescens, il est uni à l'air fixe ou acide craieux, & dans l'état d'une espèce de sel neutre. Il me restoit à prouver cette assertion, en obtenant par l'analyse de cette substance les deux principes que j'avois dit entrer dans sa composition. J'ai entrepris une suite d'expériences qui m'ont paru propres à démontrer ce fait, & je me propose de les exposer dans ce troisième mémoire.

Je le partagerai en deux sections; la première offrira le détail de mes essais analytiques sur les précipités martiaux; la seconde renfermera quelques réflexions relatives à plusieurs phénomènes que le fer présente, & sur lesquels mon travail m'a paru jeter plus de jour que la chimie n'en avoit encore répandu.

PREMIÈRE SECTION.

*Analyse des précipités martiaux, par le feu
& par les réactifs.*

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

J'AI mis dans un creuset découvert deux gros de fer précipité du vitriol martial par

l'alkali fixe concret, & par conféquent dans l'état de safran de mars apéritif (1) ; j'ai chauffé ce creufet jufqu'à ce qu'il commençât à rougir, je l'ai retiré, & j'ai examiné le précipité martial ; il étoit changé en une poudre d'un brun noir dont la plus grande partie étoit très-attirable à l'aimant.

Comme le contact du phlogistique, ou d'une matière inflammable n'a pas eu lieu dans cette opération, elle prouve 1°. que le précipité martial, qui n'est ni noir, ni attirable par lui-même, a changé de nature par la seule action de la chaleur ; 2°. que, comme il a pris les caractères du fer dans l'état d'éthiops, ou extrêmement divisé, ce changement n'a pu avoir lieu que par la soustraction ou la séparation d'un corps volatil, qui mafquoit ses propriétés martiales.

(1) Il fera démontré à la fin de ce mémoire, & dans le fuyant, que les précipités de fer obtenus par les substances alkalines effervescentes font dans un état fort voisin de celui du safran de mars apéritif, ou de la rouille de fer, que je crois devoir appeller *craie martiale*, d'après les raisons dont je rends compte au commencement du mémoire qui fuit celui-ci.

SECONDE EXPÉRIENCE.

Pour voir si le contact de l'air étoit entièrement nécessaire au succès de cette réduction, j'ai mis deux gros du même précipité dans un creuset pareil au précédent, auquel j'ai adapté un couvercle percé d'un trou vers son milieu ; on a donné la même chaleur à cet appareil. Il a sorti d'abord quelques vapeurs visibles par le trou du couvercle ; après avoir poussé le feu jusqu'à faire rougir le creuset, j'ai trouvé le fer plus noir & plus attirable que dans la première expérience ; sa surface étoit aussi noire que ses autres portions, tandis que dans celui qui avoit été chauffé avec le contact de l'air, la partie supérieure étoit d'un brun rougeâtre, & n'avoit pas la même nuance foncée que le reste de la poudre martiale.

Cette différence dépend sans doute de ce que dans le premier cas l'air touchant la surface du fer chauffé, en a calciné une partie ; mais à cela près, les deux expériences ont donné un résultat semblable, & le précipité a été même plus complètement réduit dans la seconde que dans la première, par la soustraction du contact immédiat de l'atmosphère.

T R O I S I È M E E X P É R I E N C E .

Il n'en a pas été de même en traitant le précipité martial dans un vaisseau exactement fermé. J'ai exposé à une chaleur très-forte & dans un fourneau de fusion, deux gros de cette matière, mise dans un petit creuset de porcelaine, exactement bouché par son couvercle, & dont les jointures étoient lutées avec un mélange d'argile rougeâtre détrempée, & de sable fin. Après une heure d'un feu très-actif, & tel que l'appareil étoit d'un rouge blanc, & pouvoit à peine être distingué des charbons, j'ai retiré & laissé refroidir lentement le creuset. Le couvercle avoit fait corps avec lui par le lut terreux fondu en verre, & tout l'appareil étoit enduit d'une espèce de couverte provenant de cette matière vitreuse qui avoit coulé à sa surface. Il s'étoit fendu dans le tiers de sa hauteur ; en le cassant, j'ai retrouvé le précipité un peu plus brun qu'il n'étoit avant cette opération, mais nullement noir, comme dans les deux cas précédens, excepté la légère portion qui touchoit les parois du creuset. Ces dernières étoient teintes d'une couleur brune & noirâtre, qui n'avoit pas pénétré sensiblement son épaisseur. Ce fer ne conte-

noit que peu de parcelles attirables, & il n'avoit perdu que cinq à six grains de son poids.

Quoique cette expérience ne puisse pas être entièrement comparée à celles de M. D'ARCET, sur l'action d'un feu long & égal, je crois cependant qu'elle prouve, 1°. que malgré les précautions prises pour empêcher toute communication de l'air, une petite partie du précipité martial peut être réduite dans des vaisseaux bien clos ; 2°. qu'en donnant un feu plus fort, & soutenu beaucoup plus long-tems, (ce qui ne peut pas se faire dans un laboratoire particulier,) on pourroit peut-être le réduire entièrement ; 3°. qu'en raison de ce fait, le corps qui neutralise le fer a passé à travers les parois les plus solides des vaisseaux de terre (1), dilatées par la chaleur ; 4°. que l'air ne contribue dans les réductions, qu'autant qu'il constitue, pour ainsi dire, une sorte de récipient, dans lequel le fluide qui se dégage dans ces opérations, peut se placer librement.

(1) C'est ce qu'a déjà prouvé M. le duc DE LA ROCHE-FOUCAULT, en distillant des craies & des marbres dans des cornues de grès. Il a vu que l'acide craieux passoit à travers les pores de ces vaisseaux, & qu'on ne pouvoit pas compter sur cette analyse.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Il ne s'agissoit plus que de découvrir ce qui se passoit dans ces décompositions, & de recueillir le principe qui paroissoit se dégager du fer. Pour cela, j'ai mis une demi-once du même précipité martial que ci-dessus, dans un petit matras ; j'ai luté au col de ce vaisseau un tube recourbé qui plongeoit dans une cuve pleine d'eau, & après avoir placé le matras dans un creuset rempli de sable, je l'ai soumis à l'action du feu ; voici les phénomènes que j'ai observés dans cette expérience. L'air contenu dans les vaisseaux a passé par la première impression de la chaleur ; quand cet air a cessé de se dégager, j'ai mis une cloche sur l'extrémité recourbée du tube, afin de recueillir le gaz que je croyois devoir s'échapper ; mais, pendant plusieurs minutes, il ne s'est élevé de l'appareil aucune bulle de fluide aériforme. L'eau de la cuve remontoit & descendoit alternativement dans le tube qui y étoit plongé ; craignant que l'eau absorbée ne descendît jusque dans le matras & ne le fit casser, ce qui m'étoit déjà bien des fois arrivé dans des expériences de cette nature, j'ai augmenté tout-à-coup le feu au point de faire rougir le creu-

fet , le sable & le matras. Alors l'absorption a cessé , il s'est dégagé un fluide gazeux quoiqu'assez lentement , puisqu'en trois heures d'un feu continuel , je n'ai pu me procurer qu'un volume de ce gaz égal à 15 pouces cubiques. A cette époque , malgré le feu violent que je donnai , l'eau remonta d'un seul jet dans le tube , descendit jusque dans le matras , & le fit casser. J'examinai alors le gaz que j'avois obtenu ; j'en fis passer une portion dans une dissolution de tournesol très-pâle. J'agitai le mélange , & je vis la couleur violette se changer presque sur-le-champ en rouge clair , ce dont je m'apperçus en comparant cette couleur , avec celle d'une portion de la même teinture bleue que j'avois conservée à cet effet. Non content de cette épreuve , j'introduisis une autre portion de ce fluide élastique dans un petit flacon d'eau de chaux , qu'il précipita abondamment à mesure qu'il le traversa ; enfin la dernière quantité versée sur une bougie l'éteignit , & ne me laissa aucun doute que le fluide que j'examinois ne fût de l'air fixe ou de l'acide craieux.

Je cassai le matras dont la panse avoit été fondue & étoit affaisée sur elle-même ; je trouvai le précipité martial d'un brun très-foncé à sa

surface , & d'un assez beau noir dans les portions qui touchoient aux parois du vaisseau ; la plus grande partie étoit très-attirable , il y en avoit cependant une qui ne l'étoit point & qui n'avoit presque pas changé de couleur , elle occupoit le milieu de toute la masse. Je soumis cette dernière à la même opération ; elle ne donna que quelques petites bulles de gaz qu'il me fut impossible d'examiner , & elle ne fit que se foncer un peu en couleur , sans devenir attirable.

Je tire les inductions suivantes de cette expérience. 1°. Le précipité martial se réduit seul dans des vaisseaux fermés , pourvu que l'appareil soit disposé de manière à recevoir le fluide élastique qui s'en dégage. 2°. Il donne alors l'acide craieux qui lui étoit uni , & le fer se trouve à l'état d'éthiops. 3°. Cette réduction ou cette décomposition du précipité martial est plus difficile , plus longue , & demande une chaleur plus considérable à l'appareil pneumatique-chimique , que dans un creuset. 4°. Quoique la plus grande partie soit noire & attirable à l'aimant , il y en a une petite portion , qui ne se réduit point & qui n'acquiert point ces propriétés.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait la même opération sur une demi-once du nitre de fer précipité par l'alkali fixe effervescent ; j'en ai obtenu de l'air fixe en moindre quantité que du fer précipité du vitriol de mars, & il ne m'a présenté que très-peu de parcelles attirables. La plus grande partie étoit devenue d'un brun foncé ; un peu brillant & assez semblable à du colcotar exposé à l'air pendant quelque tems. La différence de ce résultat ne vient sans doute que de la calcination complète du fer par l'acide nitreux.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Les précipités obtenus du sel marin & du sel acéteux martiaux , traités par le même procédé , ont fourni plus d'acide craieux que les précédens , & ont été réduits presque en entier ; l'opération a aussi demandé moins de feu , & s'est faite plus promptement , parce que le fer n'est pas calciné par ces acides avec autant d'énergie , que par les deux précédens.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai observé absolument les mêmes phéno-

mènes avec les précipités martiaux obtenus par l'alkali volatil concret. Seulement ils m'ont paru donner plus facilement leur acide aérien & laisser plus de fer attirable après leur décomposition, que les précipités faits par les alkalis fixes. La plupart offrent en outre un phénomène que je ne dois pas passer sous silence, c'est de fournir une certaine quantité de gaz alkalin. Je crois devoir donner ici le détail d'une de ces opérations; deux gros de fer précipité de l'acide marin par l'alkali volatil effervescent, bien lavé avec de l'eau distillée, ayant été mis en distillation à l'appareil pneumatique à l'eau, je m'aperçus qu'après l'air des vaisseaux, il ne passoit plus rien au-dessus de l'eau, quoiqu'il n'y eût pas d'absorption dans le tube. Ce phénomène me fit soupçonner qu'il se dégageoit un gaz que l'eau dissolvoit à mesure qu'il la traversoit. Pour m'en assurer, je retirai l'extrémité de mon tube de l'eau dans laquelle il plongeoit, je sentis alors une odeur vive d'alkali volatil, & ayant fait passer ce tube dans une teinture aqueuse de violettes, elle prit dans l'instant même une couleur verte. Après ce gaz alkalin, il passa de l'air fixe. De cette expérience, je conclus, 1°. qu'il y a dans ces précipités une

portion d'alkali volatil qui leur est infiniment uni , & que le lavage ne peut leur enlever ; 2°. que la combinaison de ce sel avec le fer uni à l'air fixe, est décomposée par l'action du feu, à cause de la volatilité de l'alkali , & de sa facilité à être réduit en fluide aéri-forme ; 3°. que le gaz alkalin est plus volatil & moins adhérent au fer que le gaz acide craieux.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

Quant aux précipités martiaux obtenus par la craie, on en retire également de l'acide craieux, ainsi que de ceux formés par la chaux & par les alkalis caustiques. Ces derniers en donnent, il est vrai, moins que ceux que l'on a obtenus par l'alkali effervescent, & on les rend attirables avec beaucoup plus de facilité, ce qui est parfaitement d'accord avec les détails consignés dans mon second mémoire.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Non content de ces premières expériences, j'ai voulu m'assurer encore davantage de cette analyse par d'autres moyens, afin de ne rien laisser à désirer sur cet objet. J'ai essayé de combiner les précipités martiaux avec des

substances qui, paroissant avoir plus d'affinité avec les acides craieux, que n'en a le fer (1), pouvoient s'emparer de cet acide, s'y unir & laisser le métal à nud. Les alkalis caustiques, soit fixes ; soit volatil, m'ont offert cette propriété ; en les traitant avec les précipités martiaux impurs, je suis parvenu à les rendre effervescens, & à commencer, pour ainsi dire, leur neutralisation par l'air fixe. Mais ces

(1) M. BERGMAN a fait connoître par de belles expériences les affinités ou attractions électives de l'acide craieux avec différentes substances, dans l'ordre suivant :

La terre pure.

La chaux pure.

L'alkali fixe végétal pur.

L'alkali fixe minéral pur.

L'alkali volatil pur.

Le zinc.

La manganèse.

Le fer.

On voit d'après ce tableau que le fer est la substance qui a le moins d'affinité avec cet acide, & que le sel que ces deux corps forment ensemble doit être décomposé par la terre pesante, la chaux, les alkalis fixes & volatil, ainsi que par la magnésie.

Voyez *Opusc. Chim. & Phys.* differt. I de l'acide aérien, §. XX, page 49-56.

Disquisitio de attractionibus electivis, Aut. TORB. BERGMAN, in-4°. *Upsal.* 1775, page 114, §. 29.

expériences m'ayant conduit à traiter de la même manière & avec encore plus de soin, la rouille de fer, que je soupçonnois depuis long-tems être une combinaison naturelle de fer & d'acide craieux, & ces derniers essais m'ayant donné, avec ces sels, des résultats absolument semblables à ceux que les précipités martiaux m'ont présentés, j'en renvoie au mémoire suivant les détails de cette analyse par les menstrues. Ce qui m'engage sur-tout à réserver cet objet pour un autre mémoire, c'est que la rouille de fer, considérée comme sel neutre, est beaucoup plus pure que tous les précipités martiaux, & offre des phénomènes beaucoup plus évidens avec les réactifs.

SECONDE SECTION.

Application de ces Expériences & du travail général sur les précipités martiaux, à plusieurs phénomènes qui n'ont pas été expliqués jusqu'ici.

LES différentes expériences rapportées dans la première section, prouvent incontestablement que le fer précipité de ses dissolutions acides par une substance alkaline effervescent-

te, est uni à l'acide craieux dégagé de cette dernière, & qu'il doit sa couleur & ses autres propriétés à cet acide. Tel est le résultat général de la distillation des différens précipités martiaux; qui donnent une plus ou moins grande quantité de gaz craieux, & osèrent ensuite du fer attirable à l'aimant. On a vu aussi que l'on peut faire passer cet acide uni au fer, dans différentes substances avec lesquelles il a plus d'affinité qu'il n'en a avec ce métal; ces substances sont les alkalis fixes & l'alkali volatil caustique. Après leur action, le fer se trouve dans son état métallique, ce qui fournit la preuve complète de l'assertion qui fait le sujet de ce mémoire.

Il ne me reste plus qu'à revenir sur quelques faits particuliers, & à faire voir que la théorie que j'ai établie explique très-bien plusieurs phénomènes que présente le fer, & qui n'ont pas encore été convenablement approfondis.

I. J'ai fait observer que dans la distillation des différens précipités martiaux, il restoit presque toujours une portion de fer qui n'étoit point attirable. Ce fer soumis de nouveau à l'action du feu, devient rouge brun, tout-à-fait semblable à du safran de mars astringent, & il s'éloigne de plus en plus de l'état métalli-

que. C'est une portion de vraie chaux de fer, qui n'est nullement réductible sans addition de phlogistique ; elle est presque nulle dans les précipités obtenus de l'acide marin & de celui du vinaigre, un peu plus abondante dans ceux de la dissolution vitriolique, & elle forme presque toute la masse des précipités de la dissolution nitreuse. Cette remarque démontre que cette portion de chaux de fer est due à l'action plus ou moins rapide, plus ou moins énergique des acides. Ces substances salines agissent donc diversement sur le fer, suivant leur nature & suivant les circonstances de la dissolution (1).

L'acide nitreux enlève rapidement le phlogistique du fer, & forme du gaz nitreux ; la grande quantité d'air déphlogistiqué que

(1) Il est démontré aujourd'hui que c'est en raison de la quantité d'air pur que contiennent les acides, & de la facilité avec laquelle cet air s'en dégage, qu'ils calcinent plus ou moins fortement les matières métalliques ; c'est pour cela que l'acide nitreux les réduit en chaux avec le plus de promptitude, & que les métaux qu'il calcine sont difficiles à réduire, parce qu'en leur fournissant beaucoup d'air pur, il en sépare en proportion une grande quantité de matière inflammable ou de phlogistique. D'après ce fait, un des mieux établis & des plus importants de la chimie, M. MACQUER a dit que le phlogistique & l'air étoient précipitans l'un de l'autre.

contient cet acide , s'unit au fer , & le réduit en safran de mars astringent , ou en une chaux martiale si parfaite , qu'elle est irréductible sans matière inflammable. Il peut même calciner ainsi une quantité considérable de fer.

Lorsque les circonstances favorables , telles que la chaleur , la pureté du fer , la concentration , se trouvent réunies , tous les acides agissent de même sur ce métal , mais avec moins d'énergie que l'acide nitreux. Mais si le fer est peu fourni de phlogistique , si l'acide est foible , si l'atmosphère est froide , la dissolution se fait avec peine ; la force d'affinité entre le fer & l'acide est moindre , & ils s'unissent chacun presque avec leur état parfait , le fer conserve son phlogistique. L'on peut même , en rendant les circonstances le moins favorables qu'il est possible à la dissolution , arrêter tellement , ou du moins diminuer la force d'affinité & l'action réciproque du fer & des acides à tel point , que ces substances salines sont réduites à agir mécaniquement sur ce métal & à la manière d'un simple fluide , tel que l'eau. C'est ainsi que M. CROHARÉ , apothicaire de Paris , & très-bon chimiste , est parvenu à diviser le fer en éthiops par le moyen de l'acide nitreux très-étendu d'eau ,

d'eau, & que M. ROUELLE faisoit depuis long-tems cette préparation avec l'acide du vinaigre (1). Il est aisé de sentir d'après cela qu'il doit y avoir dans les précipités martiaux, plus ou moins de fer non réductible au feu, suivant l'acide qui le tenoit en dissolution, & les circonstances dont cette dissolution a été accompagnée. Mais il faut ajouter à cela que dans la dissolution martiale la plus paisible, il doit exister toujours une portion du fer, sur laquelle l'acide a agi plus fortement, & qu'il a plus calcinée; que c'est elle que l'on retrouve toujours en chaux martiale, après la distillation des précipités martiaux. Il se présente ici une difficulté. Comment se fait-il qu'une portion du fer précipité des acides ne puisse se réduire par l'action du feu, tandis que la vraie chaux de fer, connue dans les pharmacies sous le

(1) J'ai bien des fois observé que, lorsqu'en dissolvant le fer par l'acide vitriolique, il y a plus de ce métal qu'il n'en faut pour la saturation, une partie du fer trouble la liqueur sous la forme d'une poudre noire; j'ai recueilli cette poudre & je l'ai trouvée en partie attirable à l'aimant dans l'état d'éthiops. Il paroît que l'acide agit d'une manière mécanique & presque comme une rape; de sorte qu'il ne fait que diviser & réduire en molécules très fines la portion du fer qu'il ne peut pas dissoudre.

nom de safran de mars astringent, devient attirable après avoir été fortement chauffée, suivant de très-bons chimistes? N'est-il pas vraisemblable, d'après cela, que les acides calcinent plus le fer, que le feu & le contact de l'air ne peuvent le faire? & cela ne dépend-il pas de la soustraction totale du phlogistique, opérée par ces sels, ainsi que d'une combinaison plus intime entre ce métal & l'air pur fourni par les acides?

2°. On a vu que les précipités martiaux ne donnoient qu'une très-petite quantité d'acide craieus par leur décomposition au feu; ce fait, d'accord avec ceux que j'ai consignés dans mes deux premiers mémoires, démontre qu'il ne faut que très-peu de cet acide pour altérer une assez grande quantité de fer: il peut aussi éclairer sur plusieurs phénomènes dont les chimistes ne se sont que peu occupés jusqu'ici.

Tout le monde fait avec quelle rapidité les ustensiles de fer se rouillent à leur surface, lorsqu'on les expose à l'air, & sur-tout lorsque l'atmosphère est chargée d'humidité; des expériences dont je rendrai compte dans le mémoire suivant, m'ont prouvé que la rouille est à peu de chose près de la même nature que les

précipités martiaux, & qu'elle offre les mêmes résultats dans son analyse, ainsi que dans ses combinaisons. Il n'est pas étonnant d'après cela, qu'elle soit formée en si peu de tems, puisqu'il faut une si petite quantité d'acide craieux pour neutraliser le fer. L'humidité de l'atmosphère tenant toujours en dissolution une assez grande quantité de cet acide, doit encore favoriser la formation de la rouille, en portant sans cesse à la surface du fer qui la condense, une plus grande abondance de ce sel, auquel il s'unit. Une nouvelle preuve du peu d'air fixe qui est nécessaire pour neutraliser le fer, c'est la promptitude avec laquelle ce métal se rouille dans une atmosphère qui contient beaucoup de cet acide ; c'est ainsi que les instrumens de ce métal, exposés dans des endroits où l'air est altéré par la combustion, par la putréfaction, ou par la respiration des animaux, se rouillent, & se détruisent même assez vite par l'action de l'acide craieux que ces trois moyens produisent & renouvellent en abondance, & dont l'union au fer est encore favorisée par l'humidité qui accompagne toujours ces phénomènes. J'ai fait à ce sujet plusieurs expériences par lesquelles je me suis assuré qu'on peut rouiller une quantité assez considérable

de fer dans l'espace de quelques heures, en le présentant très-divisé à de l'acide craieux pur. Cette expérience consiste à mettre sur un plateau de verre, soutenu par une tige dans son milieu, une couche légère d'éthiops martial que l'on mouille, en l'exposant auparavant à la vapeur de l'eau chaude. On plonge ensuite cet appareil dans un bocal large, ou une espèce de jarre rempli d'acide craieux; on recouvre ce vaisseau d'un parchemin mouillé qu'on assujettit, à l'aide d'une ficelle, autour de son orifice garni d'un petit rebord. *Voyez Planche I, fig. 1.* En deux ou trois heures, l'éthiops martial se trouve converti en rouille jaune, & forme du safran de mars apéritif. Le parchemin s'enfonce manifestement dans le jarre à mesure que la combinaison entre le fer & l'acide a lieu. Ce procédé m'a paru plus prompt & plus commode pour préparer en peu de temps une bonne quantité de ce médicament chimique, que celui qu'on suit ordinairement dans les pharmacies.

III. Les détails de la distillation des différens précipités martiaux, ont prouvé qu'on n'obtient jamais la même quantité d'acide craieux des uns & des autres, quoiqu'ils soient pour la plupart dans le même état après cette opéra-

tion, c'est-à-dire, attirables à l'aimant. Un chimiste célèbre, ROUELLE l'aîné croyoit avoir démontré qu'il y avoit des sels neutres avec une plus ou moins grande quantité d'acide; M. BAUMÉ a prouvé qu'on pouvoit enlever cet excès d'acide par le lavage, & qu'il n'étoit point vraiment combiné dans les sels neutres formés par l'acide vitriolique & les alkalis fixes; mais je crois que l'opinion du premier doit être adoptée pour tous les sels dont l'acide craieus est un principe; la quantité de cet acide varie singulièrement dans les combinaisons où il entre: on peut même pousser plus loin cette assertion, & démontrer rigoureusement qu'il y a des sels craieus avec une demi-partie, une, deux ou trois parties d'acide, cela est surtout remarquable dans les composés qu'il forme avec la chaux; les chimistes qui ont analysé différens échantillons de craie, de marbre, &c. nous ont appris que ces sels craieus fournissoient à la distillation plus ou moins d'acide, & qu'il y avoit beaucoup de différence entr'eux quant à cette quantité; au reste, j'ai dessein de traiter cet objet plus en détail en examinant les propriétés du sel formé par l'union du fer & de l'acide craieus dans un mémoire qui servira de suite à celui-ci.

M É M O I R E

Sur les propriétés du sel neutre résultant de la combinaison de l'acide craieux avec le fer ().*

DEPUIS que les chimistes se sont occupés à reconnoître la nature des différens gaz, ils se sont sur-tout appliqués à rechercher l'action de ces êtres singuliers sur les corps exposés à leur contact. Instruits par des travaux très-multipliés, ils regardent aujourd'hui plusieurs de ces fluides aëriiformes comme de véritables dissolvans capables de s'unir aux substances qu'on leur présente, & de former avec elles des composés particuliers; mais ce n'est pas assez de savoir quelle est la manière d'agir des gaz sur les corps; il faut aller plus loin, & examiner les composés qui résultent de ces combinaisons, étudier leur caractère, rechercher leurs propriétés, afin de s'éclairer sur

(*) Ce mémoire a été rédigé après le précédent en mars 1779. Il complete le travail sur les combinaisons martiales.

leur nature & sur les avantages que la chimie elle-même peut en retirer, ou qu'ils peuvent procurer aux autres sciences & aux arts. Déjà un grand nombre de corps dont les gaz sont des principes, ont été soumis à l'analyse la plus exacte; mais on peut assurer qu'il en reste plus encore d'inconnus, & dont on ne s'est que peu occupé jusqu'à-présent; l'utilité dont les premières tentatives en ce genre ont été suivies, est bien faite pour encourager les savans à poursuivre une carrière si belle & qui promet tant de découvertes.

La dissolubilité du fer par l'acide craieux est connue de tous les chimistes d'après les expériences de MM. LANE, ROUELLE le jeune, &c. mais le composé qui résulte de cette dissolution, n'a été examiné séparément par personne; comme je me suis déjà occupé de ce métal, j'ai cru devoir faire des recherches sur les propriétés du sel neutre qu'il forme avec cet acide.

J'ai exposé d'abord à différens agens chimiques les précipités martiaux impurs, qui ne sont autre chose, comme je l'ai prouvé dans mes trois premiers mémoires, que du fer uni à une plus ou moins grande quantité d'acide craieux, & dont une petite partie a été cal-

cinée par les différens acides qui le tenoient d'abord en dissolution ; mais m'étant apperçu que la rouille qui se forme à la surface du fer exposé à l'air , jouissoit des mêmes propriétés , & présentoit les mêmes phénomènes que ces précipités , & qu'elle n'en différoit que parce qu'elle donnoit dans son analyse ordinairement plus d'acide craieux mêlé de gaz inflammable , & qu'elle se réduisoit en entier en fer noir & attirable à l'aimant , j'ai cru devoir faire des recherches particulières sur la rouille qu'on peut se procurer plus pure que les précipités martiaux , & beaucoup plus facilement.

J'ai pris cette substance sur des barres de fer exposées à l'air dans un magasin où l'on conserve ce métal ; on en a séparé exactement la portion de fer attirable qu'elle contenoit , à l'aide du barreau aimanté. Je ferai remarquer qu'en observant les différens morceaux de fer recouverts de rouille , j'ai reconnu que cette dernière différoit de couleur , de forme , d'aspect , de profondeur & de consistance , ou de ténuité suivant les lieux où elle se formoit. Je crois même que toutes les circonstances extérieures étant égales , les différens fers , tels que le fer doux , le fer aigre

enfin , considéré dans toutes les nuances qui s'éloignent ou se rapprochent plus ou moins du bon fer , présentoit une rouille variée dans sa couleur & ses propriétés physiques , quoique ce produit du tems soit toujours le même composé chimique. Tout le monde a pu observer que la fonte se rouille en général plus lentement , & moins profondément que le fer , & que , dans ce dernier , la différence du grain , de la cassure , de la couleur , de la ductilité en apportoit une dans la facilité plus ou moins grande de se convertir en rouille ; les ouvriers qui emploient le fer connoissent ces différences beaucoup mieux que les savans qui ne les ont pas encore appréciées.

Avant d'entrer dans les détails de mes expériences , il est nécessaire de rechercher quel nom particulier doit avoir l'espèce de sel martial dont jé vais m'occuper , & d'exposer l'ordre que je me propose de suivre.

On donne ordinairement aux sels métalliques un nom composé de ceux de l'acide & du métal qui les constituent ; c'est ainsi que l'on dit vitriol de fer , nitre de fer , sel marin de fer. Il paroît donc tout naturel d'en agir de même à l'égard de notre substance saline. L'acide qui entre dans sa composition

a reçu des noms multipliés ; aucun chimiste n'est satisfait du nom d'*air fixe* ou *fixé* sous lequel le docteur BLACK l'a fait connoître le premier. D'après HALES, celui d'*acide méphitique* que le docteur BEWLY lui a donné, ne paroît pas pouvoir être adopté, puisque la propriété qu'il indique est commune à plusieurs acides qui sont susceptibles de prendre l'état aériforme, & qui, dans cet état, sont également méphitiques. Quant au mot d'*acide aérien* que M. BERGMAN a adopté, il ne paroît pas lui convenir encore parfaitement, puisque l'on est convaincu aujourd'hui que presque tous les acides peuvent être mis dans l'état d'air ou de gaz permanent, & exister conséquemment sous cette forme dans l'air atmosphérique. Il est vrai que ce mot indique bien la propriété qu'il a d'exister constamment dans le fluide atmosphérique, & d'en être même une partie constituante ; mais en l'adoptant, on seroit très-embarrassé pour désigner les combinaisons ; car les dénominations de *métaux aérés* qui ont été données par M. BERGMAN, n'expriment pas bien la nature de ces composés, & seroient beaucoup mieux appliquées aux chaux métalliques, qui contiennent véritablement de l'air.

Dans la nécessité où l'on est de trouver un autre nom , je ne crois pas qu'on puisse en choisir un meilleur que celui que MM. BUCQUET & LAVOISIER ont donné à l'air fixe. Ils l'ont appelé *acide de la craie*, ou *acide craieux*, parce que c'est dans cette substance salino-terreuse qu'on le trouve le plus abondamment, & que d'ailleurs c'est avec la chaux qu'il a la plus grande affinité possible.

D'après cette dénomination très-convenable on peut donner au sel neutre que cet acide forme avec le fer, le nom de *craie de fer* ou *craie martiale*, parce qu'on appelle craie la combinaison de cet acide avec la chaux. Ce nom peut de même convenir à toutes les combinaisons de l'acide craieux avec les autres substances métalliques ; ainsi l'on peut dire *craie de cuivre*, de *plomb*, &c. Il sera même utile, en ce qu'il fera distinguer ces espèces de sels neutres des chaux métalliques, avec lesquelles il paroît qu'on les a confondus jusqu'à présent, quoiqu'ils en diffèrent réellement.

Je divise ce que j'ai à dire sur la *craie martiale*, en deux sections. Dans la première j'exposerai les expériences que j'ai faites sur les combinaisons de cette substance saline. Dans

la seconde j'offrirai les résultats de mon travail, & les inductions que j'ai cru pouvoir en tirer.

P R E M I È R E S E C T I O N.

Combinaison de la craie martiale.

EN exposant les expérience assez nombreuses que j'ai tentées sur la craie martiale, je crois devoir passer du simple au composé, afin de mettre de l'ordre dans ces détails. Je commence par examiner l'action des élémens sur notre substance saline ; je passe ensuite à celle des sels simples, soit acides, soit alkalis, & je termine ces recherches par déterminer les effets des sels neutres unis à la craie martiale.

§. I. *Propriétés physiques de la craie de fer.*

La rouille de fer que j'appelle craie martiale, est d'une couleur brune plus ou moins claire, depuis le jaune sale jusqu'au brun pâle.

Elle a une faveur ferrugineuse d'abord douceâtre, puis un peu styptique.

La figure de ses molécules est très-difficile

à déterminer, & elle n'offre à la loupe que des polygones fort irréguliers.

Elle n'a aucune odeur, lorsqu'elle est sèche ; en l'agitant dans l'eau, elle en répand une propre au fer, & qui est assez sensible.

Sa consistance est peu considérable, elle se réduit en poudre fine sous les doigts, & une seule pression légère sous la molette du porphyre, suffit pour la diviser en une poussière extrêmement tenue, & qui se pelotonne ou s'agglutine facilement.

Elle n'adhère pas fortement au fer qu'elle recouvre. En examinant de près ce métal rouillé, on voit qu'elle forme comme deux couches à sa surface, l'une qui est extérieure, que le contact le plus léger enlève, & que le vent dissipe ; l'autre, plus profonde, plus attachée au fer, & qui l'enduit à la manière d'un vernis, mais qu'on ne peut jamais arracher en plaque, comme l'on détache la croûte rouillée du cuivre, que les antiquaires appellent Patine. Il est difficile de concevoir comment une barre de fer d'un pouce d'épaisseur, peut se rouiller jusques dans son milieu : on trouve cependant assez souvent des barres dans l'intérieur desquelles une cassure inattendue découvre un point plus ou moins étendu

de rouille, qui en est la cause. Je crois qu'il n'y a que l'eau qui puisse introduire ainsi dans l'intérieur du fer, une petite portion de la rouille qui s'est formée à sa surface.

§. II. *Craie martiale traitée au feu.*

Les chimistes savent depuis long-tems que la rouille de fer chauffée fortement, noircit & semble se réduire en fer. Pour m'assurer de ce fait, j'ai exposé au feu deux gros de cette substance dans un creuset couvert; après l'avoir fait bien rougir, je l'ai trouvée dans l'état d'une poudre fort noire, très-attirable à l'aimant, & parfaitement semblable à l'éthiops de LÉMERY. Elle s'est comportée à cet égard absolument comme les précipités dont il a été question dans le mémoire précédent.

Distillée à l'appareil pneumato-chimique, la rouille ou craie martiale m'a constamment fourni à-peu-près huit à neuf pouces cubiques par gros, d'un fluide élastique légèrement inflammable, précipitant abondamment l'eau de chaux, enfin, d'un mélange aériforme de gaz inflammable & d'acide craieux dans la proportion d'environ une partie du premier

sur cinq du second. Ce fluide, retiré de la rouille, est assez analogue à celui que M. DE VOLTA a appelé gaz des marais, & m'a toujours présenté une odeur grasse un peu fétide, & qui lui est particulière.

Il m'est arrivé plusieurs fois, dans ces distillations, de trouver le résidu pyrophorique; le plus souvent, à la vérité, il est noir, attirable à l'aimant, & dans l'état d'éthiops (1). Quand il est susceptible de brûler à l'air, il prend

(1) Plusieurs des expériences que contient ce mémoire ayant été faites sur la fin de 1776 & au commencement de 1777, j'eus occasion de faire connoître à la société les résultats de l'analyse du safran de mars apéritif, que l'on compte parmi les médicamens chimiques. Sur la fin de la dernière année, on s'occupa dans quelques séances de l'éthiops martial & des différens procédés nouveaux pour le préparer. M. JOSSE, apothicaire & chimiste très-éclairé, préparoit pour sa pharmacie l'éthiops martial d'une manière tout-à-fait analogue à une des expériences qui constituent mes recherches. Voici comment l'historien de la société s'exprime sur cet objet, *Histoire de la soc. roy. de médecine, année 1776, page 326 de l'histoire.*

« M. ANDRY a communiqué le 17 décembre 1777, » à la société un procédé de M. JOSSE, apothicaire » de Paris, pour faire cette préparation. Il consiste à » faire rougir dans une cornue de verre la quantité que

feu subitement, il offre une flamme d'un bleu rougeâtre ; il se calcine de nouveau, & il prend à sa surface la couleur d'un safran de mars astringent, très-brun. Je n'ai pas encore pu découvrir à quoi tient cette différence dans le résidu. Cependant j'ai vu une fois dans une opération de cette nature, de la rouille impure & mêlée avec de la poussière résiduelle de bois altéré à l'air, s'enflammer avec rapidité par le contact de l'air ; & j'ai cru pouvoir soupçonner que cette propriété pyrophorique dépendoit de quelque impureté dans la craie

» l'on veut de safran de mars préparé à la rosée, après
 » avoir adapté à ce vaisseau un ballon tubulé. Par cette
 » opération, le safran de mars est converti en poudre
 » noire très-attirable à l'aimant, qui est un véritable
 » éthiops. M. DE FOURCROY, qui avoit fait cette ex-
 » périence dans son travail sur les précipités martiaux,
 » en a découvert la théorie ; en distillant le safran de
 » mars apéritif dans un appareil pneumatique-chimique,
 » il en a obtenu une bonne quantité de gaz acide de
 » la craie, & un peu de gaz inflammable. Il s'est con-
 » vaincu que le safran de mars apéritif est le résultat
 » de la combinaison du fer avec l'air fixe, & que cette
 » espèce de sel métallique est très-décomposable dans
 » les vaisseaux fermés. M. JOSSE, sans connoître le tra-
 » vail de M. DE FOURCROY, a fourni à la pharmacie
 » un procédé très-simple pour faire l'éthiops ».

martiale,

martiale, avec d'autant plus de vraisemblance, que le safran de mars apéritif, fait soigneusement, ne présente point constamment le même phénomène. Ces expériences prouvent 1°. que la rouille de fer, ou le safran de mars apéritif, est un composé salin formé par ce métal & l'acide craieux ; 2°. que ce sel est décomposable par l'action du feu, qui en dégage l'acide aériforme, & laisse le fer dans son état métallique.

§. III. *Craie martiale exposée à l'air.*

Ce sel m'a paru ne pas éprouver de grandes altérations de la part de l'air, lorsqu'il est dans l'état sec. Il n'en attire point l'humidité ; il sembleroit plutôt tomber en efflorescence, car il acquiert une couleur plus claire, & se réduit en une poussière très-tendue que le vent enlève ; de sorte que la craie martiale exposée à l'air perd une partie de son poids, à cause de la portion qui s'en détache peu à peu ; mais si le safran de mars apéritif n'est que peu altérable à l'air, lorsque ce dernier est sec, il n'en est pas de même, lorsqu'il est humide. Ce sel prend en peu de tems une couleur de rouille très-pâle ; ses molécules s'agglutinent & forment des masses irréguliè-

res qui deviennent friables, lorsqu'elles sont desséchées. Si on pèse alors la craie martiale, on lui trouve une augmentation de poids ; elle absorbe donc une certaine quantité d'eau de l'atmosphère. J'en ai distillé deux gros dans cet état, outre l'acide craieux qui s'en est dégagé, il a passé un peu d'eau dont les gouttes ont tapissé l'intérieur du récipient, je n'ai pas pu en évaluer la quantité. Il est prouvé par cette opération que la craie de fer retient un peu d'eau entre ses molécules, que c'est à cette eau qu'est due en quelque sorte la solidité des petites masses qui la constituent, puisque lorsqu'on la lui enlève, ou par le moyen du feu, ou en l'exposant à l'air sec, elle devient friable, & se réduit en une poussière très-fine ; peut-être cette agglutination est-elle une espèce de cristallisation, en tout comparable à celle des sels neutres parfaits. Cependant, je n'ai pas pu à l'aide d'une forte loupe déterminer la forme des cristaux de ce sel, & il ne m'a paru qu'un amas irrégulier de petits fragmens appliqués sans ordre les uns sur les autres.

§. I V. *Action de l'eau sur la craie martiale.*

La craie de fer est dissoluble dans l'eau, mais dans une proportion très-petite. J'ai mis un

gros de ce sel dans huit onces d'eau distillée, il s'est précipité au fond de ce fluide ; j'ai agité le mélange , le sel s'est déposé peu à peu & la liqueur a conservé sa première transparence. J'ai séparé sur-le-champ un peu de l'eau claire qui le surnageoit , je n'y ai pu découvrir aucun indice de fer par l'infusion de noix de galle ; j'en ai décanté une nouvelle portion , après l'avoir laissé séjourner pendant vingt-quatre heures sur de la craie de fer, elle a pris dans l'espace de quelques heures une teinte légèrement pourprée avec l'infusion de noix de galle. Cette couleur ne s'est pas foncée davantage au bout de plusieurs jours ; elle a même paru perdre un peu de son intensité à mesure que la partie colorante se séparoit de la liqueur pour se déposer sur les parois du vase où elle étoit contenue (1).

(1) Cette séparation de la matière colorante qui se précipite au fond des vases , s'observe dans un grand nombre de liqueurs végétales & animales colorées. L'infusion de noix de galle m'a présenté plusieurs fois un pareil dépôt. L'urine offre le même phénomène , quand elle commence à se décomposer , ainsi que l'a fait remarquer un des observateurs les plus exacts qui aient examiné les altérations de ce fluide animal , M. HALLÉ. Voy. les *Mém. de la soc. roy. de Méd. année 1779* ,

Il est, je crois, incontestable, d'après ces expériences, que la craie de fer est dissoluble dans l'eau, mais dans une proportion infiniment peu sensible & vraiment inappréciable. L'alkali phlogistique n'a produit aucun changement dans cette eau.

D'après l'avis de M. MACQUER, à qui je me suis fait un devoir de communiquer tous mes travaux avant de les soumettre à l'académie, j'ai essayé de traiter la craie martiale par l'eau chaude; elle ne m'a pas paru s'y mieux dissoudre: l'eau tout-à-fait bouillante a encore moins agi que l'eau froide. J'ai cru même m'appercevoir que plus l'eau étoit froide, & plus elle dissolvoit de craie martiale; y auroit-il des sels neutres plus dissolubles à froid qu'à chaud, comme il en est de plus dissolubles à l'eau chaude qu'à l'eau froide? Je crois pouvoir établir quelque jour cette vérité; que je ne fais qu'annoncer ici (1).

page 446. Les liqueurs colorées ne présentent jamais cette espèce de dépôt, que lorsqu'elles s'altèrent & se décomposent. Voilà pourquoi on l'observe constamment dans les fluides végétaux & animaux beaucoup plus susceptibles d'altération que les matières minérales.

(1) M. BUTINI le fils, médecin à Genève, a donné

§. V. *Action des matières alkales sur la craie martiale.*

J'ai vainement tenté d'unir la craie de fer avec les substances salino-terreuses, par la voie humide. Ce sel n'a paru avoir aucune action sur l'eau de chaux, il ne l'a point troublée : il paroîtroit, d'après cette expérience, que l'acide craieux a plus d'affinité avec le fer qu'avec la chaux. Je dois faire observer que cette eau de chaux, qui a séjourné plusieurs jours sur de la craie martiale, donne quelque indice de fer avec l'infusion de noix de galle, & que, si on la laisse exposée à l'air, il s'y forme une croûte ou crème saline dont les bords sont un peu jaunâtres

une preuve de cette assertion dans sa dissertation sur la magnésie. *Nouvelles observations & recherches analytiques sur la magnésie du sel d'epsom, &c. par P. BUTINI, citoyen de Genève. A Genève, chez Houffer, 1781.* Il a découvert que la magnésie effervescente se précipitoit de l'eau qui la tenoit en dissolution, lorsqu'on faisoit bouillir cette dernière, & qu'elle se redissolvoit pendant le refroidissement de la liqueur. *Voyez mes Leçons élém. de Chim. tom. I, page 352.* J'espère démontrer par la suite qu'il y a plusieurs substances qui jouissent de la même propriété.

& indiquent la présence du safran de mars.

Les alkalis ont une action d'autant plus marquée sur la craie martiale, qu'ils sont plus purs & plus concentrés. Une once de pierre à cautère en liqueur, mise en digestion sur deux gros de ce sel, a pris un peu de couleur, & a laissé précipiter du fer par l'addition des acides. Il seroit peut-être possible de préparer de cette manière une teinture alcaline, semblable à celle de STAHL.

L'alkali volatil s'unit encore mieux à la craie martiale; j'ai distillé un mélange de deux gros d'esprit alkali volatil très-caustique, & d'un gros de craie martiale. L'alkali volatil a passé coloré en rouge, & il faisoit une effervescence assez marquée avec les acides. Le fer résidu de cette opération, étoit plus brun qu'auparavant, & il formoit des masses plus grosses; exposé au feu dans l'appareil pneumatique-chimique, il a donné du gaz alkalin, & il est devenu attirable, mais en partie seulement.

On peut encore enlever à la craie martiale son acide élastique, en faisant bouillir sur ce sel une dissolution de pierre à cautère, ou de la lessive des savoniers; cette liqueur se teint en rouge clair dans cette opération, comme je l'ai déjà dit, & elle acquiert la propriété de

faire effervescence avec les acides, que la chaux lui avoit enlevée.

§. VI. *Action des acides sur la craie martiale.*

Les acides n'agissent que très-foiblement à froid sur la craie de fer ; j'ai mis un demi-gros de ce sel neutre dans une demi-once d'acide vitriolique ordinaire ; il ne s'est excité aucun mouvement d'effervescence : ayant aidé la dissolution par la chaleur, il s'est dégagé des bulles d'air en assez petite quantité. Ce gaz n'étoit point inflammable, il précipitoit légèrement l'eau de chaux, rougissoit un peu la teinture de tournesol, & n'éteignoit point la flamme ; c'étoit un peu d'acide craieux mêlé à beaucoup d'air atmosphérique. Après cette action, l'acide étoit coloré en rouge brun, & il n'a pu fournir de cristaux de vitriol ; il étoit dans l'état que l'on appelle eau-mère vitriolique ; en l'évaporant, il a pris la consistance d'un extrait déliquescent, semblable à celui que M. MONNEL a obtenu dans des expériences pareilles, & sur lequel nous reviendrons dans la seconde section de ce mémoire.

L'acide nitreux & l'acide marin agissent très-peu à froid sur la craie de fer ; lorsqu'on chauffe ces mélanges, il se dégage une petite quan-

tité de gaz en tout semblable à celui que donne l'acide vitriolique ; c'est-à-dire , un peu d'air fixe avec beaucoup d'air atmosphérique ; on n'obtient dans ces opérations, ni gaz nitreux, ni gaz inflammable. La dissolution par l'acide nitreux est d'un rouge brun pâle, celle par l'acide marin est d'un brun obscur, elles déposent de l'ochre par le repos & par la chaleur, & leur évaporation ne fournit qu'un extrait déliquescent, sans apparence de cristaux. On peut les décomposer comme l'eau-mère vitriolique, par les alkalis & par l'addition de fer dans l'état métallique.

L'acide craieux n'a pas d'action sensible sur la craie de fer ; cependant il la dissout assez bien. J'ai fortement acidulé de l'eau distillée en l'agitant avec cet acide, j'ai mis un gros de craie martiale dans quatre onces de cet esprit acide, j'ai laissé le mélange dans un flacon exactement bouché ; & au-dessus de l'eau, ce flacon en étoit rempli à moitié ; je l'agitois de tems à autre, afin de multiplier les points de contact, & de favoriser l'union ; voici ce que j'ai observé. Au bout de quatre jours, la quantité de craie martiale ne paroissoit pas diminuée, mais sa couleur étoit un peu plus foncée, ses parcelles avoient perdu un peu

de leur volume ; elle étoit sensiblement plus tenue ; desséchée à l'étuve, elle n'avoit perdu de son poids que trois grains ; la liqueur décantée étoit très-claire, elle avoit un goût styptique assez sensible, & cependant masqué par une saveur hépatique assez forte ; il ne restoit plus rien de la saveur piquante de l'eau gazeuse, elle prenoit une couleur légèrement violette avec l'infusion de noix de galle ; exposée à la chaleur, elle laissa échapper beaucoup de bulles qui rougissoient la teinture de tournesol en passant au travers, & il se déposa en même-tems du fer semblable à la craie martiale employée d'abord, à la dose d'un peu plus de deux grains. Il en est donc de la craie martiale comme de la craie terreuse, son acide la rend beaucoup plus dissoluble dans l'eau qu'elle ne l'est seule. Je reviendrai sur ce fait dans un instant.

§. VII. *Action des sels neutres sur la craie martiale.*

La craie martiale n'éprouve aucune altération de la plupart des sels neutres. Elle est du nombre des sels métalliques qui n'entrent point dans la cristallisation des sels neutres parfaits ; elle ne détone point avec le nitre ;

elle ne décompose point le sel ammoniac à froid, mais elle opère cette décomposition, lorsqu'elle est aidée par la chaleur.

J'ai trituré dans un mortier de marbre une once de sel ammoniac avec une demi-once de rouille de fer très-pure; j'ai mis ce mélange dans une cornue, à laquelle j'ai adapté un récipient; j'ai distillé avec précaution & en donnant le feu par degrés, il a passé deux gros & quelques grains d'alkali volatil fluide coloré en jaune rouge par un peu de fer; cet alkali faisoit une effervescence assez vive avec l'esprit de vitriol; nouvelle preuve que le fer employé contient de l'acide craieux, & qu'il décompose le sel ammoniac à la manière de la craie. Si le safran de mars apéritif ne donne pas de cristaux d'alkali volatil concret, comme cette dernière, c'est parce que la craie martiale ne contient point assez d'acide, tandis que la craie terreuse en fournit une très-grande quantité. Cette expérience, qui a réussi de même à M. BUCQUET, comme il l'a assuré à l'académie dans un mémoire sur la décomposition du sel ammoniac par les chaux métalliques, m'a porté à distinguer dans mon premier mémoire l'alkali volatil en trois états différens, caustique, simplement effervescent, & cristallisé.

S E C O N D E S E C T I O N.

Résultat des Expériences précédentes, & inductions qu'on en peut tirer.

LES expériences détaillées dans la section précédente font connoître plusieurs propriétés de la craie martiale. Elles nous apprennent que ce sel neutre est d'une couleur brune, d'une faveur ferrugineuse styptique, que sa forme est irrégulière; qu'il se décompose par l'action du feu en perdant son acide; qu'il s'effleurit à l'air sec & attire un peu l'humidité de l'atmosphère lorsqu'elle en est chargée; qu'il n'est que très-peu dissoluble dans l'eau; que les alkalis en dissolvent une certaine quantité, & qu'ils le décomposent en lui enlevant son acide; que les acides s'y combinent, lorsqu'ils sont aidés de la chaleur; que cette combinaison a des caractères qui lui sont propres & qui la distinguent singulièrement de celle du fer pur avec ces mêmes acides; enfin, qu'il décompose le sel ammoniac à la manière de la craie, & de toutes les substances unies à l'acide craieux. Tels sont les résultats que présentent les essais analytiques que j'ai exposés dans la première section; mais quelques-uns des faits annoncés

méritent une attention particulière, & je crois devoir m'en occuper avec plus de détail.

I. On a vu par la distillation de l'alkali volatil caustique avec la craie martiale, que cet alkali passoit effervescent & chargé d'une partie du sel craieux de fer qui le coloroit en rouge, que le résidu brun a donné de l'air alkalin, & est devenu en partie attirable à l'aimant; cette expérience assez singulière, peut fournir les conséquences suivantes.

1°. L'alkali volatil caustique décompose une partie de la craie de fer, en lui enlevant son acide, puisqu'après la distillation, il fait effervescence, tandis qu'il n'en faisoit point du tout auparavant.

2°. Cet alkali emporte & volatilise une partie du sel martial craieux, puisqu'il est coloré en rouge, & qu'il laisse précipiter une partie de ce sel par le repos dans les vaisseaux en parties vides, ainsi que par les acides.

3°. Une partie de cet alkali volatil s'unit au sel martial qui reste dans la cornue, & acquiert par cette union une certaine fixité, puisqu'il faut un degré de feu assez fort pour en dégager le gaz alkalin.

4°. L'acide craieux a, comme tous les autres acides, plus d'affinité avec les alkalis qu'avec le fer.

II. La dissolution de craie martiale dans l'acide vitriolique, jette quelque jour sur les expériences de M. MONNET, consignées dans son *Traité des eaux minérales*. Ce chimiste a obtenu absolument les mêmes résultats que moi, en combinant la rouille de fer avec l'acide vitriolique. Il n'a pu obtenir de cristaux de cette combinaison, & il l'a trouvée conforme aux eaux-mères vitrioliques, d'où il a conclu que ces eaux-mères ne sont que de la chaux de fer dissoute dans l'acide vitriolique. On ne savoit pas encore que le fer, dans cet état, est uni à l'acide craieux ; il est démontré par mes expériences, que la craie martiale s'unit à l'acide vitriolique, sans se décomposer, & que c'est à ce sel qu'est due la couleur rouge brune des eaux-mères vitrioliques, ainsi que la difficulté qu'on éprouve à en obtenir des cristaux. L'espèce de composé qui constitue les eaux-mères, résulte de la combinaison de trois substances, le fer, l'acide de la craie & le vitriolique, & il est très-aisé à décomposer ; il suffit de l'exposer à l'air, ou au plus léger degré de feu, la craie martiale s'en sépare, l'acide du vitriol reste presque à nud. Le fer pur est aussi en état d'opérer cette décomposition, parce qu'il a plus d'affi-

nité avec l'acide vitriolique, que la craie de fer. Cette remarque n'a pas échappé à M. MONNET.

Il y a long-tems qu'on a observé qu'une dissolution pure de vitriol parfait, & dont la couleur verte est un signe certain qu'elle fournira des cristaux, se change par différentes circonstances en eau-mère vitriolique. Ces circonstances sont l'action du feu & l'exposition à l'air. M. MONNET explique ce phénomène, en disant que le fer perd alors son phlogistique. Mais est-il bien démontré que le fer puisse ainsi perdre son phlogistique au milieu d'un fluide & au feu le plus doux, qui suffit, comme on le fait, pour décomposer la dissolution de vitriol martial. Je crois qu'on n'a point fait assez d'attention à l'état de l'atmosphère, & que c'est à une portion de l'air environnant qui se précipite pendant qu'on évapore le vitriol, que l'on doit la séparation du fer dans l'acide; je suis fondé à le croire, parce qu'ayant distillé à l'appareil pneumatochimique, le fer précipité par le feu de la dissolution du vitriol martial, j'ai obtenu de l'acide craieux qui n'existoit certainement pas dans le vitriol très-pur. Quant à la précipitation de cette même dissolution, simplement

exposée à l'air, je l'attribue absolument au même phénomène, d'après les observations suivantes.

1°. Cette précipitation est toujours en raison de la quantité & de la qualité de l'air auquel est exposée une dissolution martiale.

2°. On est maître de conserver très-long-tems une dissolution vitriolique martiale, sans qu'elle précipite rien, en la tenant dans un flacon qui en soit entièrement rempli, tandis que, si on en expose dans un de ces vaisseaux qui contiennent de l'air, il se fait peu-à-peu un précipité plus ou moins abondant, suivant le plus ou le moins d'air contenu dans le flacon, & son plus ou moins grand degré de pureté.

III. La craie martiale qui est très-peu dissoluble dans l'eau, se dissout assez bien dans l'esprit acide de la craie (c'est ainsi qu'on doit nommer l'eau qui tient de l'acide craieux en dissolution). J'ai déjà fait remarquer l'analogie qu'il y avoit entre le safran de mars apéritif & les sels craieux, relativement à la quantité diverse d'acide à laquelle ils peuvent être unis les uns & les autres : voici encore un nouveau rapport entre la craie martiale & la craie terreuse. On sait que l'eau de chaux,

après avoir été précipitée par l'acide de la craie, devient transparente, si on continue d'y faire passer une nouvelle quantité de cet acide ; on fait aussi que cette transparence est due à ce que l'eau tient alors la craie en dissolution parfaite, à la faveur de l'acide surabondant ; la craie terreuse a donc la propriété d'être dissoluble par son acide, ou, ce qui est la même chose, de s'unir à une plus grande quantité d'acide qu'elle n'en contient dans son état de craie. La même chose a lieu pour la craie martiale ; lorsqu'elle est avec le moins d'acide possible, comme dans le safran de mars apéritif, ou la rouille de fer, elle est insoluble dans l'eau : si l'on ajoute de l'acide craïeux, elle acquiert de la solubilité. D'après cela, l'on conçoit pourquoi les mines de fer (1) sont toutes différentes les unes des autres, relativement à la quantité d'acide à laquelle le métal est uni. On conçoit aussi la raison de ce qui se passe dans l'évaporation des eaux chargées de craie, & des eaux minérales ferrugineuses ; la chaleur dissipant l'acide

(1) Il faut observer que la plupart des mines de fer qu'on exploite, sont des mines de fer ochracées ou limoneuses, qui ne paroissent être autre chose que de la craie martiale dans différens états.

aériforme, à la faveur duquel la craie ou le fer restent en dissolution dans l'eau, ces substances doivent troubler la liqueur, & se précipiter à mesure qu'elles perdent le principe qui les rend dissolubles; mais on peut leur redonner cette propriété en leur restituant l'acide de la craie, qui s'est dissipé pendant l'évaporation.

IV. Cette analogie entre la craie terreuse & la craie martiale, devient encore plus frappante en examinant & en comparant les différens états sous lesquels la nature nous offre ces deux substances. Leur grande affinité avec l'acide craieux est cause qu'on les trouve très-rarement pures; unies à une petite quantité de cet acide, elles sont sèches, friables, sans forme régulière; la craie & les différentes espèces d'ochres martiales sont de ce genre. L'eau chargée d'air fixe en dissout une certaine quantité dans cet état; de-là les eaux terreuses & ferrugineuses. Ces eaux, lorsqu'elles en contiennent une trop grande quantité, les déposent en peu de tems dans les canaux qu'elles parcourent, & sur les corps qu'elles lavent; telle est la formation des incrustations, des pores calcaires, ainsi que celle des différentes mines limoneuses &

incrustations ochracées ; elles se rencontrent souvent l'une avec l'autre. Lorsque ces eaux en sont moins imprégnées, elles les retiennent plus long-tems, ne les laissent précipiter qu'à la longue ; & peu à peu ces circonstances très-favorables à l'arrangement régulier de ces substances, donnent naissance à la forme cristalline que les craies sont susceptibles de prendre, & c'est ainsi que l'on peut concevoir l'origine des spaths calcaires & des mines de fer spathiques. Leur analyse peut nous servir d'appui ; elle a démontré que ces corps contiennent une très-grande quantité d'acide de la craie, auquel elles doivent leur forme régulière. Leurs propriétés physiques sont encore de nouvelles preuves de leur ressemblance ; ces spaths sont très-bien cristallisés, leur forme est assez constante ; ils sont indissolubles dans l'eau, attaquables par les acides, décomposables par l'action du feu. Ces propriétés très-frappantes pour démontrer l'analogie singulière qu'il y a entre ces substances, se retrouvent constamment dans tous les composés connus, dont l'acide de la craie est un des principes. La magnésie (1), les différentes espèces

(1) M. BUTINI a fait cristalliser la magnésie craieuse ou effervescente, & j'avois vu par hasard dès l'année

Les alkalis chargés d'air fixe, acquièrent la cristallifabilité & plus ou moins d'insolubilité suivant leur nature ; on doit attribuer ces qualités à l'union de l'acide & à la combinaison qui en résulte, & qui éloigne d'autant plus ces corps de leur état de simplicité, que cette combinaison est plus parfaite. C'est donc un caractère propre à l'acide de la craie, d'entrer en quantités différentes dans les composés dont il fait partie, & de faire différer totalement leurs propriétés suivant cette quantité ; ce caractère se rencontre dans son union avec le fer, ainsi que dans sa combinaison avec la magnésie, la chaux & les alkalis soit fixes, soit volatil.

On peut reconnoître dans tous ces corps quatre états relativement à leur union avec l'acide craieux.

1°. Ou bien ils en sont absolument privés, & alors ils jouissent de leurs propriétés avec toute l'énergie qui leur est particulière. Ils ont la plupart de l'odeur, une saveur très-marquée, ils sont très-dissolubles dans l'eau, quelquefois

1779, des aiguilles pliantes, comprimées, & très-allongées dans une dissolution de magnésie préparée depuis plusieurs mois dans mon laboratoire. Je les conserve encore, & je les expose depuis ce tems dans les cours que je fais chaque hiver,

déliquescens, ils s'échauffent avec ce fluide & ne peuvent prendre la plupart de forme régulière; tels sont la chaux, la magnésie & les alkalis caustiques, on pourroit leur donner dans cet état le nom générique de chaux, ou de caustiques.

2°. Ou bien ils contiennent une petite quantité d'acide de la craie plus ou moins abondante, mais toujours moindre que la leur. Dans cet état, ils n'ont plus leur solubilité, ou elle est moindre, ils ne s'échauffent plus avec l'eau ou ils s'échauffent moins, ils ont perdu une partie de leur odeur & de leur saveur, ils n'ont point de forme régulière, mais ils sont friables; la craie, la magnésie effervescente, les alkalis effervesceus sans être cristallisés, la rouille ou safran de mars apéritif que j'appelle craie martiale, appartiennent à cette classe; on peut désigner ces corps par le nom générique de craies.

3°. Leur union avec une plus grande quantité d'acide est plus intime, & ils s'éloignent de plus en plus de leurs propriétés primitives; ils sont ou tout-à-fait insolubles, ou beaucoup moins solubles dans l'eau, leur odeur & leur saveur sont nulles ou beaucoup plus foibles, ils peuvent se cristalliser, ils ont

acquis de la dureté & une espèce de transparence, ils constituent ce qu'on appelle des spaths, soit calcaires, soit alkalins, soit martiaux. Peut-être la nature forme-t-elle des spaths de magnésie qu'on ne connoît pas encore. Tous ces sels spathiques sont décomposables au feu, & on peut les ramener ou à l'état de craie, en ne leur enlevant qu'une partie de leur acide, ou à celui de chaux en le leur ôtant tout entier.

4°. Si, lorsque leur saturation & leur neutralisation les a rendus cristallisables, moins sapides, moins odorans, moins dissolubles, on leur présente une surabondance d'acide craieux uni à l'eau, alors tous reprennent constamment la dissolubilité qu'ils sembloient avoir perdue; ainsi le spath calcaire, la magnésie effervescente, la craie ou rouille martiale & le fer spathique se dissolvent très-bien dans l'eau gazeuse acidulée ou esprit acide de la craie, soit dans le laboratoire de la nature, soit par le secours de l'art.

Cette analogie frappante entre les substances auxquelles l'acide de la craie peut s'unir, est donc tout aussi marquée pour le fer que pour les matières alkalines, & j'ai cru devoir y insister, parce qu'elle offre des résultats

intéressans , qui jettent du jour sur des combinaisons fort peu examinées jusqu'ici , & dont il est très - important de bien connoître la nature ; on fait d'ailleurs que c'est à la chimie à éclairer la marche des naturalistes dans l'étude des minéraux ; & , si je ne m'abuse , c'est avoir fait un pas de plus dans la science , que d'avoir démontré le rapport qui existe entre les mines de fer les plus répandues , les plus utiles pour les arts & les matières calcaires dans leurs différens états.



PREMIER MÉMOIRE

Sur le gaz inflammable des marais ().*

M. VOLTA a regardé le gaz inflammable des marais dont il a examiné les propriétés, comme un être simple de sa nature, & tout-à-fait distingué des autres gaz combustibles (1). **M.** MACQUER dont l'autorité est d'un si grand poids dans toutes ces matières, paroît au contraire porté à croire qu'il n'y a dans la nature qu'un seul gaz inflammable, & que, s'il offre des caractères un peu différens suivant les corps dont on le retire, ces différences ne viennent que du mélange de quelques substances qui l'altèrent (2). Quoique l'opinion de ce savant chimiste semble être plus conforme à la vérité que celle de **M.** VOLTA, **M.** MACQUER ne l'avoit proposée qu'avec cette sage réserve qui laisse au tems & à l'expérience à prononcer. Il étoit donc important de faire des recherches suivies sur cet objet.

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie le 4 mars 1780.

(1) Lettres sur le gaz inflammable des marais.

(2) Dictionnaire de Chimie, art. *Gaz inflammable*, 2^{er} vol. in-4^o, pag. 585 & 586.

J'avois remarqué une ressemblance frappante entre la manière de brûler du gaz inflammable des marais, & celle du gaz inflammable que l'on obtient de la décomposition du foie de soufre fait avec le tartre craieux, & dans lequel MM. BUCQUET & LAVOISIER ont démontré la présence de l'acide de la craie. Cette observation me fit soupçonner qu'il y avoit en effet une analogie aussi parfaite entre la nature de ces deux gaz, que celle qui existe entre leurs propriétés.

Les expériences assez multipliées que j'ai tentées sur le gaz des marais, mettront, j'espère, cette vérité hors de doute; je crois même devoir prévenir qu'elles avoient paru si convaincantes à feu M. BUCQUET, à qui je m'empressai de les communiquer, qu'il voulut les répéter avec moi, & qu'il me proposa de faire un travail commun, dont il a lu le résultat à une séance publique de l'académie. Si je présente aujourd'hui des mémoires sur le gaz des marais, c'est donc moins pour annoncer une découverte déjà connue, que pour en établir davantage la vérité, & pour prendre date sur plusieurs faits assez importants qui n'ont été observés par personne, & qui peuvent jeter quelque jour sur la nature

& l'origine des gaz. J'entre maintenant dans le détail de mes recherches.

L'air étant chaud & sec dans le mois de juin 1778, j'ai recueilli plusieurs pintes d'air inflammable des marais, dans la petite rivière de Bièvre, vis-à-vis l'hôpital de la Salpêtrière. L'eau de cette petite rivière est très sale, & nourrit beaucoup d'insectes, dans le lieu dont j'ai parlé; son fond est très-bourbeux; &, en l'agitant, on voit s'élever une quantité considérable de gaz. Pendant les grandes chaleurs, il s'échappe de lui-même sous la forme de grosses bulles, & son odeur se répand au loin sur les bords de la rivière. Ce gaz contenu dans des flacons renversés sur l'eau, fut soumis dans mon laboratoire aux expériences suivantes.

1°. Il brûloit très-bien, mais avec une flamme bleue, très-agréable, & sans aucune espèce de bruit; sa combustion étoit lente & modérée.

2°. Il ne fit point de bruit quoique mêlé avec deux parties d'air commun, il brûla plus rapidement, sa flamme étoit plus claire & approchoit de la couleur blanche.

3°. Avec un quart d'air déphlogistiqué du précipité rouge, il brûla en un instant, sans bruit sensible & avec une flamme plus bril-

lante que dans les expériences précédentes.

4°. J'en fis passer une chopine dans un flacon de deux pintes plein d'eau distillée, je l'agitai très-fortement au-dessus de l'eau d'une cuve pneumato-chimique, & au bout d'une demi-heure d'agitation, il y eut environ un quart du gaz absorbé. J'en brûlai une partie toute seule, sa flamme étoit sensiblement plus blanche, sa combustion plus rapide; mêlé avec un tiers d'air déphlogistiqué, il produisit une détonation sensible, quoiqu'elle ne fût en aucune manière comparable à celle que l'on produit avec du gaz inflammable obtenu du fer à l'aide de l'acide vitriolique, & brûlé avec l'air pur. Je répétai un grand nombre de fois cette expérience; je la variaï de plusieurs manières, en renouvelant l'eau plusieurs fois pour absorber le plus d'acide craieux possible, en agitant plus long-tems le mélange, & en me servant de cloches plus évafées pour faciliter cette absorption, je parvins à rendre au gaz des marais la propriété de détoner à l'aide de l'air déphlogistiqué, jamais aussi forte, à la vérité, que celle du gaz inflammable pur. La plus grande absorption que j'ai pu procurer a été à-peu-près d'un tiers du volume total du gaz; malgré cela, il présentoit encore une

flamme un peu bleue pendant sa combustion.

5°. L'expérience précédente me fit soupçonner que j'avois rendu la propriété combustible plus énergique dans le gaz inflammable des marais, en absorbant l'acide craieux qui me paroïssoit contenu dans ce fluide aëriiforme. Pour confirmer cette opinion que mes premiers essais m'avoient donnée, je pensai que si c'étoit à l'acide craieux qu'étoient dues la foible combustibilité & les autres propriétés distinctives du gaz des marais, je pourrois m'assurer de sa présence par le moyen de l'eau de chaux; en conséquence, je pris une pinte de cette dissolution alkalino-terreuse, je fis passer dans le flacon qui la contenoit, plus de la moitié de sa capacité de gaz des marais; l'eau de chaux devenoit blanche & louche à mesure que le gaz inflammable la traversoit; elle précipita d'abord en très-grande quantité en agitant le flacon, & bientôt elle prit un peu de transparence; il y avoit donc de l'acide craieux dans ce gaz, & même plus qu'il n'en falloit pour précipiter en craie une livre d'eau de chaux. Je fis passer à plusieurs reprises le même gaz dans de nouvelle eau de chaux, jusqu'à ce qu'il ne la troublât plus, il fallut un peu plus de deux pintes de cette disso-

lution alkalino-terreuse ; alors mon gaz étoit diminué de près de la moitié, il brûloit rapidement, sa flamme n'avoit presque plus de teinte bleue, & il détonoit avec l'air déphlogistiqué presque aussi bien que le gaz inflammable pur. Cette expérience, qui n'a point été tentée par M. VOLTA, me convainquit que l'air des marais n'étoit qu'un fluide composé, formé par l'acide craieux & le gaz inflammable ; j'eus occasion de m'assurer en la répétant un grand nombre de fois, qu'il n'y avoit pas deux gaz inflammables des marais qui se ressemblent par la quantité relative des fluides élastiques qui les constituent ; je reviendrai dans un instant sur cet objet.

6°. Convaincu que le gaz inflammable des marais n'étoit qu'un fluide composé d'acide craieux & de gaz inflammable pur, j'essayai de le décomposer à l'aide de plusieurs autres corps qui ont beaucoup d'affinité avec cet acide. Je trouvai, par beaucoup d'expériences, que le gaz alkalin volatil étoit celui qui le décomposoit le mieux & le plus rapidement ; que les alkalis fixes caustiques le décomposoient, mais moins vite que le précédent ; & qu'enfin l'on pouvoit aussi absorber l'acide craieux par la teinture de tournesol, que pour

la promptitude & la perfection de la décomposition de ce gaz, cette teinture tenoit le milieu entre l'eau distillée & l'alkali fixe, & que tous les corps qui décomposent l'air inflammable des marais, le faisoient les uns relativement aux autres de la manière suivante.

1°. L'alkali volatil, dans l'état aériforme, le décompose très-vîte.

2°. L'eau de chaux en sépare les principes un peu moins vîte, mais aussi complètement que l'alkali volatil.

3°. L'alkali fixe caustique ne le décompose que lentement & incomplètement. Le gaz inflammable des marais, agité long-tems dans l'alkali fixe caustique, conserve encore la propriété de brûler avec une flamme bleue, & ne détone que foiblement avec l'air déphlogistiqué.

4°. La teinture de tournesol devient très-rouge par le contact de l'air des marais; & en continuant de l'agiter avec ce gaz, elle perd même en partie sa couleur; mais elle le décompose moins bien que ne le fait l'alkali fixe.

5°. Enfin, l'eau distillée doit être agitée très-long-tems pour absorber l'acide craieux, & elle désunit les principes du gaz des marais

avec moins de facilité que ne le fait la teinture de tournesol ; ce qui paroît dépendre de ce que cette teinture agit par deux affinités sur l'air des marais, par l'affinité de l'eau avec l'acide craieux contenu dans ce fluide élastique, & par celle de ce même acide avec la partie colorante.

Ces expériences sur la décomposition du gaz des marais, présentent quelques faits assez singuliers, que je dois faire connoître.

1°. Je range parmi ces faits la dissolution d'une certaine quantité de gaz inflammable dans l'eau pure ; dissolution qui s'opère sans doute à la faveur de l'acide craieux. J'ai quelquefois retiré du gaz inflammable, très-foible à la vérité & en petite quantité, en recevant sous une cloche le fluide élastique qui se dégageoit par l'ébullition de l'eau dans laquelle j'avois agité très-long-tems le gaz des marais ; j'ai soupçonné que c'étoit peut-être par le même mécanisme & à la faveur de l'acide craieux, que le gaz inflammable se trouvoit dissous dans certaines eaux minérales ; je suis d'autant plus porté à le croire, que je me suis assuré, par plusieurs essais, que le gaz du foie de soufre est en partie dissoluble dans l'eau, & ce dernier m'a paru ressembler

en plusieurs points à celui des marais : au reste je me propose depuis long - tems de faire un travail sur les eaux minérales sulfureuses , mais il faut que l'occasion s'en présente (1).

(1) Dans le tems où je rédigeois ce mémoire (en juillet 1778), je n'avois pas encore pris connoissance du travail de M. BERGMAN sur le gaz hépatique. J'avois fait quelques expériences sur la dissolubilité de ce gaz dans l'eau , & je savois que ROUELLE le jeune avoit proposé d'imiter les eaux sulfureuses par cette dissolution. La propriété que ce gaz présente de brûler lentement & en bleu , me l'avoit fait comparer à celui des marais. M. BERGMAN pense que le gaz hépatique contient du soufre ; que c'est à l'aide de la matière de la chaleur que ce corps combustible prend l'état aériforme , que l'air pur le décompose en s'emparant de la chaleur & en précipitant le soufre. C'est , suivant lui , en raison de cette décomposition que l'on trouve le soufre en nature déposé en assez grande quantité à la surface de plusieurs eaux minérales , quoique ces eaux n'en contiennent réellement que très-peu. Malgré ces propriétés distinctives entre le gaz des marais & celui du foie de soufre , il me semble qu'il existe entr'eux une analogie dont les naturalistes & les chimistes ne se sont point assez occupés. Voici le rapprochement des faits qui me portent à adopter cette opinion.

1°. Par-tout où il existe du gaz inflammable , il peut aussi exister & il existe même souvent du soufre.

2°. L'acide vitriolique dont la réaction sur le fer &

2°. L'altération de l'odeur du gaz des marais après sa décomposition, l'adhérence

le zinc donne lieu au dégagement d'une grande quantité de gaz inflammable, produit du soufre avec un grand nombre d'autres matières combustibles, & c'est toujours l'un ou l'autre de ces corps inflammables qu'il fournit dans ses combinaisons.

3°. Toutes les substances végétales qui se pourrissent donnent du gaz inflammable & contiennent du soufre; on retire ce dernier des tourbes; les charbons de terre que beaucoup de naturalistes regardent comme des débris de végétaux, en sont souvent remplis.

4°. L'acte de la vie forme une grande quantité de gaz inflammable qui se dégage en état acériforme de plusieurs de leurs émonctoires, & l'on a trouvé du soufre tout formé dans les excréments du cheval, dans le blanc d'œuf; de nouvelles recherches en démontreront sans doute dans d'autres matières animales.

5°. Les débris solides & mous des animaux amassés en grande quantité, & livrés à la putréfaction, fournissent du gaz inflammable en abondance. On peut le recueillir dans les égouts, dans les latrines, dans les cimetières, &c. Lorsque la putréfaction est plus avancée, on trouve du soufre tout formé dans les mêmes endroits. Tel est celui qu'on a ramassé en si grande quantité dans les anciennes voieries qu'on a détruites il y a quelques années à Paris près de la porte Saint - Antoine. Ce soufre y avoit même minéralisé l'argent. Il paroïssoit avoir été délayé par les eaux après sa formation, & déposé sous la forme cristalline,

de

de son principe odorant aux corps qui ont servi à le décomposer, présentent encore un phénomène qu'il est important de connoître. L'eau au-dessus de laquelle on a agité long-tems ce gaz, prend une odeur légèrement fétide; elle perd cette odeur par son exposition à l'air & par l'ébullition. Il paroît donc qu'une partie du principe odorant adhère à l'acide craieux, quoique le gaz inflammable résidu de cette opération en conserve encore la plus grande partie.

3°. Je compte aussi parmi ces observations remarquables relativement à la décomposition du gaz inflammable des marais, l'impureté du tartre craieux, & sur-tout celle du

6°. Le gaz inflammable précipite quelques dissolutions métalliques, & colore les métaux; il semble même minéraliser quelquefois ces derniers, où au moins se comporter avec eux comme le fait le soufre.

Ces principaux traits d'analogie sont assez marqués pour faire soupçonner, sinon une identité parfaite, au moins une parité d'effets & de phénomènes entre le gaz inflammable, le gaz hépatique & le soufre. Au reste, cet objet mérite sans doute de nouvelles recherches dont on ne sauroit trop s'occuper, pour déterminer si ces corps sont réellement différens les uns des autres, ou s'ils ne sont que des modifications particulières d'une même substance.

fel ammoniacal craieux , que j'ai constamment observée dans ces sels formés par cette décomposition opérée à l'aide de l'alkali fixe & de l'alkali volatil caustique. On peut se convaincre de ce fait, en agitant & en laissant long-tems en contact ces sels avec le gaz des marais au-dessus du mercure. Les composés salins qui se cristallisent à la longue sur les parois des cloches où se font ces opérations, sont jaunâtres & impurs. Je crois que l'on doit attribuer cette couleur au principe odorant, & même à un peu de gaz inflammable qui s'unissent aux alkalis en même-tems que l'acide craieux. Ce fait est d'accord avec d'autres expériences qui me sont particulières, & dans lesquelles j'ai obtenu de la potasse, de la soude, & des sels craieux ammoniacaux retirés des matières animales, une certaine quantité de gaz inflammable semblable à celui des marais dans toutes ses propriétés. Les sels déposés sur les cloches employées dans la décomposition du gaz des marais, ont une odeur fétide particulière qui n'est pas propre à leur essence saline neutre; l'on peut faire la même observation sur ceux que l'on retire des matières animales, & dont j'ai séparé par l'action du feu un peu de gaz inflammable,

Après avoir prouvé par l'expérience que le gaz inflammable des marais est un fluide composé, formé par la combinaison de trois principes, du gaz inflammable pur, de l'acide craieux & d'un principe odorant provenant de la décomposition putride des matières organiques, j'ajouterai à ces détails quelques observations qui me paroissent très-importantes relativement à sa nature & à ses propriétés. La première, c'est que les principes qui le constituent peuvent être unis dans des proportions très-différentes ; presque toujours il y a plus d'acide craieux que de gaz inflammable ; le gaz le plus commun est celui qui résulte de trois quarts d'air fixe & d'un quart d'air inflammable ; c'est ce gaz que l'on trouve au bord des rivières, dans les étangs, dans les ruisseaux qui charrient des matières animales ; c'est lui qui s'échappe des matières végétales & animales en putréfaction. Mais ce qui est plus singulier encore, & ce qui m'a fort surpris, c'est que la quantité d'acide craieux peut être bien plus considérable dans ce gaz mixte, que dans la proportion indiquée, sans que pour cela ce gaz cesse d'être inflammable. J'ai trouvé dans les ruisseaux sales & les égouts dont les eaux contiennent plus de matières

végétales que d'animales, un gaz d'une inflammabilité très-foible & à peine sensible, qui brûle lentement, & dont la flamme est de couleur d'indigo. Ce gaz peut être réduit presque au quart de son volume par l'eau de chaux ; alors il brûle beaucoup mieux, & détone un peu avec l'air déphlogistiqué. Quelquefois on est tout étonné de ne retirer qu'un gaz, que l'on a appelé gaz phlogistiqué, des mêmes eaux d'où l'on avoit obtenu auparavant du gaz inflammable foible ; ce premier gaz, au lieu de s'allumer, éteint au contraire la flamme. J'ai recueilli un gaz de cette nature, il y a quelques années avec M. LAVOISIER, en agitant le fond d'une eau qui avoit séjourné dans les fossés de l'Arsenal ; je ne soupçonnois pas alors la cause de ce phénomène ; mais ayant eu occasion de le rencontrer plusieurs fois depuis, je suis venu à bout de la trouver. J'ai examiné en août 1778, un gaz tout semblable, obtenu du bord de la Seine où l'égoût de la Salpêtrière vient se rendre, & un autre en septembre de la même année, retiré des petites marres de la Garre, dont l'eau commençoit à se croupir. Voici ce que j'ai observé ; ce gaz éteignoit la bougie, mais l'ayant fait passer à travers de l'eau de chaux

qu'il précipita abondamment, il fut absorbé en assez grande quantité, & le résidu étoit inflammable; il brûla en bleu lentement, & ne fit point de détonation avec l'air déphlogistiqué. Ce n'étoit donc qu'une surabondance d'acide craieux qui le rendoit incombustible; en la lui ôtant à l'aide de l'eau de chaux, il est devenu combustible, & cette propriété auroit pu augmenter d'intensité & d'énergie à proportion de la quantité d'acide de la craie, absorbé par plus d'eau de chaux. On verra dans le mémoire suivant, que je suis parvenu à prouver par la synthèse cette espèce d'analyse, & à trouver la quantité d'acide craieux nécessaire pour ôter la propriété combustible à l'air inflammable.

J'ai cherché à reconnoître s'il n'y avoit pas une constance dans la production de ces différens gaz, & j'ai observé que les fonds des eaux où pourrissent beaucoup de matières végétales, fournissent un gaz peu inflammable & mêlé de beaucoup d'acide craieux; que ce sont ces eaux d'où l'on retire le plus fréquemment l'espèce de gaz que l'on a mal-à-propos appelé gaz phlogistiqué, & qui n'est que le gaz inflammable des marais, surchargé d'acide craieux; que les marres & toutes les eaux

stagnantes qui nourrissent beaucoup d'insectes, & au fond desquelles leurs cadavres se pourrissent, donnent le gaz le plus inflammable & le plus aisé à décomposer par la chaux & les alkalis, parce qu'il contient une moindre portion d'acide craieux. Ces observations sont parfaitement d'accord avec ce que j'ai eu occasion de voir dans l'analyse des substances végétales & animales, faites dans le dessein de recueillir leur gaz ; analyse dont je rendrai compte dans le mémoire qui suivra celui-ci.



SECONDE MÉMOIRE

Sur le gaz inflammable des marais ().*

DANS le premier mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie, au mois de mars 1780, sur le gaz inflammable des marais, je me suis occupé de l'analyse de ce gaz, de sa décomposition par les différens réactifs ; j'ai prouvé qu'il étoit composé de gaz inflammable pur, d'acide craieux & d'un principe odorant. L'action de l'eau de chaux & des alkalis caustiques sur ce produit des marais, est ce qui m'a le mieux fait connoître sa nature.

Dans celui que je lui présente aujourd'hui, je rendrai compte des expériences synthétiques que j'ai faites pour imiter artificiellement le gaz inflammable des marais ; & je joindrai à ces détails quelques inductions théoriques qui me paroissent suivre immédiatement de mes recherches.

Avant de traiter ces différens objets, je

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie le 6 juillet 1782 ; les notes ont été ajoutées depuis.

ferai observer que depuis mon premier mémoire, il a paru dans le journal de physique plusieurs lettres de MM. BARBIER DE TINAN & NERET fils, sur le gaz inflammable des marais ; les expériences que ces dissertations contiennent viennent toutes à l'appui de l'opinion que j'ai adoptée sur ce corps combustible. Ces physiciens admettent l'air phlogistique comme un des principes de ce gaz, & l'on fait que le fluide atmosphérique vicié par la respiration & la combustion, contient toujours une plus ou moins grande quantité d'acide craieux. En effet, cet air phlogistique de M. PRIESTLEY précipite l'eau de chaux en craie, colore en rouge la teinture de tournesol, & paroît être lui-même un composé d'un peu d'acide craieux uni à une portion d'air atmosphérique, & mêlé avec les effluves odorans dégagés par la combustion, la respiration, la putréfaction, &c. des différens corps qui éprouvent ces phénomènes naturels. Parmi les expériences qui font la base de ce mémoire, il y en a quelques-unes qui sont parfaitement d'accord avec l'opinion adoptée par MM. BARBIER DE TINAN & NERET.

Après avoir prouvé que le gaz inflammable des marais n'est qu'un être composé, après

l'avoir réduit à ses principes par une analyse exacte, j'ai pensé qu'il seroit très-satisfaisant de pouvoir en produire un semblable par l'art, & que les premières preuves analytiques auroient alors un nouveau degré d'évidence. J'ai tenté de nouvelles recherches dans cette vue, & quoique je ne sois point parvenu à imiter entièrement le gaz inflammable des marais, les faits que j'ai observés m'ont paru assez importans pour être décrits avec soin.

N'entrevoiant d'autre moyen d'unir dans nos laboratoires l'acide craieux & le gaz inflammable retiré des métaux, que celui de les mettre en contact l'un avec l'autre, j'ai fait passer sous la même cloche des quantités déterminées de gaz inflammable obtenu pendant la combinaison du fer & de l'acide vitriolique, & d'acide craieux dégagé de la craie par l'intermède du même acide. Je n'ai apperçu aucun phénomène remarquable pendant le mélange de ces deux fluides aéri-formes; il ne s'est manifesté ni chaleur, ni vapeurs, ni mouvement sensible, ni absorption. J'ai approché une bougie allumée de ce mélange gazeux, il s'est enflammé sur-le-champ, mais il a brûlé plus lentement que le gaz inflammable pur, & avec une flamme

légèrement bleue. Son odeur étoit un peu altérée, & sensiblement moins piquante que celle du gaz inflammable pur. Ce gaz mixte étoit plus pesant que l'air atmosphérique, puisqu'il brûloit lentement & par parties ou couches jusqu'au fond d'une cloche longue & étroite dans laquelle il étoit contenu. Il y a eu dans ce cas un commencement de combinaison, puisque tout le gaz brûloit en bleu, & offroit les mêmes caractères dans les différens points du vaisseau dans lequel j'avois fait le mélange; &, en effet, si dans cette expérience les deux gaz ne se combinotent pas, chacun d'eux occuperoit la place que l'ordre de sa pesanteur devoit déterminer. L'acide craieux resteroit dans le bas de la cloche, comme beaucoup plus pesant que le gaz inflammable qui se placeroit dans la partie supérieure de ce vaisseau, de sorte que le haut brûleroit rapidement, tandis que la bougie s'éteindroit dans la portion inférieure. Mais au contraire toute la quantité de gaz contenu dans la cloche, brûle avec une flamme bleuâtre, avec lenteur, & présente les caractères du gaz inflammable des marais dans toute sa substance. Mêlé avec un tiers d'air pur retiré du précipité rouge, ce gaz

mixte allumé dans une cloche longue & étroite, brûle un peu plus vite, mais sans détoner. Il en est de même lorsqu'on le combine avec deux ou trois parties d'air atmosphérique.

Je dois cependant faire observer que ce gaz diffère suivant la manière dont on le prépare; lorsqu'on fait passer d'abord le gaz inflammable sous une cloche pleine d'eau, & qu'on y ajoute ensuite l'acide craieux, l'union est moins intime, l'air inflammable brûle mieux, & il reste toujours au fond de la cloche un peu d'acide craieux. Mais en mettant d'abord l'acide craieux, & en faisant passer ensuite le gaz inflammable, l'union est plus parfaite, & le gaz bien moins combustible. Cela m'a semblé venir de ce que, dans le premier cas, chaque gaz restant à sa place suivant l'ordre de sa pesanteur, il n'y a que les surfaces inférieures du gaz inflammable qui s'unissent avec les portions supérieures d'acide craieux; tandis que dans le second cas le gaz inflammable qu'on ne fait passer que le dernier sous la cloche, déplace & précipite l'acide craieux en raison de sa légèreté, à l'aide de laquelle il tend à traverser l'air fixe pour se mettre au-dessus de lui. Ce déplacement

ne peut se faire fans que tous les points de ces deux gaz ne se touchent réciproquement, & ce contact multiplié, fingulièrement favorable à la combinaison des deux substances aériformes, donne naissance à un nouveau composé qui imite le gaz inflammable des marais.

Il existe, à la vérité, des différences essentielles entre le gaz natif des marais & celui que l'art produit en unissant immédiatement les deux gaz. La première, c'est que le gaz artificiel n'a point l'odeur fétide qui caractérise celui des marais; odeur qui est due à un principe animal très-fugace & très-tenu, dont la nature n'est nullement connue. Une autre différence encore plus frappante & bien essentielle à connoître, c'est que le gaz factice est très-décomposable, & bien plus facilement que le gaz inflammable naturel; preuve manifeste que ce dernier est bien mieux combiné que l'autre dont la composition est bien plus grossière & bien plus altérable; mais, à ces différences près, ces deux gaz se ressemblent,

- 1°. Par leur pesanteur;
- 2°. Par leur foible combustibilité;
- 3°. Par leur flamme bleue & lente;

4°. Par leur propriété de ne point détoner avec l'air pur ;

5°. Enfin par les loix de décomposition qui sont absolument les mêmes pour l'un & pour l'autre.

J'ai imité beaucoup mieux le gaz des marais, en combinant avec le gaz inflammable pur les fluides aériformes obtenus par les différens procédés phlogistiquans de M. PRIESTLEY, tels que la combustion, &c. Cette combinaison, favorisée par l'agitation, présente les caractères du gaz des marais dans un degré beaucoup plus marqué, que celle qui est formée par le gaz inflammable & l'acide craieux pur. Il m'a paru que la matière odorante qui accompagne constamment l'air altéré par tous les procédés phlogistiquans, aide singulièrement la combinaison de l'acide craieux toujours contenu dans le gaz phlogistiqué, avec le gaz inflammable. J'ai encore observé que des corps très-odorans, plongés pendant quelque tems dans le gaz inflammable pur, diminueoient sa combustibilité, & le rapprochoient de l'état du gaz des marais (1).

(1) Cette expérience, que je ne fais qu'indiquer ici, consiste à mettre des fleurs très-odorantes, une tubereu-

Quant aux quantités respectives des deux gaz qu'on combine ensemble pour imiter l'air inflammable des marais, on peut, en les variant, produire des fluides aériformes diffé-

fé, une rose, & tous les corps en général qui ont une odeur forte, dans une cloche pleine d'air inflammable & soutenue au-dessus du mercure. On observe au bout de quelques heures, une augmentation sensible de volume dans le fluide aériforme; &, si on l'essaie, on le trouve moins inflammable, brûlant en bleu, & ne détonant plus avec l'air pur. Il suffit de l'agiter quelque tems avec de l'eau de chaux, ou une dissolution d'alkali fixe caustique, pour lui rendre sa première combustibilité. Ce fait est parfaitement d'accord avec les belles expériences de M. INGEN-HOUSZ qui a observé que les fleurs répandent une grande quantité d'air fixe ou acide craieux dans l'atmosphère, & qui a déduit de cette observation la cause des dangers auxquels on s'expose, en mettant une grande quantité de fleurs dans une chambre où l'on reste plusieurs heures de suite. Quoiqu'il y ait un grand nombre de recherches à faire sur le principe odorant végétal, c'est toujours un pas de plus fait depuis le travail du grand BOERHAAVE, que d'avoir trouvé l'acide craieux accompagnant l'esprit recteur. Plusieurs faits démontrent aussi que ce principe odorant est souvent aussi un gaz inflammable particulier. M. MACQUER est un des premiers chimistes qui ait soupçonné que l'esprit recteur pourroit bien être un fluide aériforme. Voyez son Dictionnaire de Chimie, articles *Esprit recteur* & *Gaz*.

rens les uns des autres, & jouissant des propriétés du gaz des marais dans différens degrés, comme ceux que forme la nature. Plus la quantité de gaz inflammable est considérable & excédente sur celle de l'acide craieux, plus la combustibilité du composé qui en résulte, est énergique. Au contraire, plus l'acide craieux domine, moins l'inflammabilité a de force, & plus la flamme est légère & bleue. J'ai fait beaucoup de mélanges pour tâcher de déterminer d'une manière précise les quantités relatives des deux fluides aériformes nécessaires ;

1°. Pour rendre le gaz mixte le plus inflammable possible, jouissant d'ailleurs de ses propriétés, c'est-à-dire, de la flamme bleue & de l'absence de la détonation avec l'air pur ;

2°. Pour rendre ce gaz non inflammable, & en tout semblable à celui que l'on obtient dans les saisons un peu froides, des eaux dont le fond ne contient que des substances végétales peu putrescibles.

Après beaucoup de tâtonnemens, & en prenant le terme moyen de mes expériences, j'ai obtenu les résultats suivans :

1°. Sur sept parties de gaz inflammable

pur, il faut une partie d'acide craieux pour donner au composé aëriiforme quelques-unes des propriétés de celui des marais : une quantité un peu moins considérable de cet acide n'altère en aucune manière le gaz inflammable.

2°. Le gaz est toujours combustible quoique dans un degré très-foible, lorsqu'il résulte du mélange d'une partie de gaz inflammable avec sept parties d'acide craieux.

3°. En combinant huit parties de ce dernier avec une d'air inflammable, le gaz mixte cesse d'être combustible. Au reste, je ne donne ici que le terme moyen, & je prévient que cela dépend toujours de la pureté du gaz inflammable & de celle de l'acide craieux, qui peuvent tous les deux contenir plus ou moins d'air atmosphérique. Je suppose les deux gaz les plus purs possibles.

Ces faits établissent d'une manière positive que le gaz des marais est un corps composé de trois principes en différentes proportions, à savoir, de gaz inflammable pur, d'acide craieux & d'un esprit recteur particulier ; qu'on ne peut jamais l'imiter qu'imparfaitement par le mélange du gaz inflammable minéral & de
l'acide

l'acide craieux, & que le principe odorant du gaz des marais qu'il est hors du pouvoir de l'art d'y combiner, favorise & rend plus intime l'union des deux autres fluides aériformes, en donnant d'ailleurs à celui des marais une odeur particulière & une énergie singulière sur l'économie animale ; cette dernière assertion relative au mal-aïse, aux fièvres intermittentes & aux maladies putrides produites par le gaz des marais, étant un objet médicinal, nous ne devons pas nous en occuper ici (1).

(1) Les médecins ont observé depuis bien long-tems que les eaux stagnantes occasionnent des fièvres intermittentes épidémiques. On voit constamment le voisinage des marres, des étangs dont l'eau croupit par la stagnation, offrir un bien plus grand nombre de fébricitans, que les parties d'un bourg ou d'une ville qui sont plus éloignées de ce foyer de vapeurs humides & putrides. On a souvent remarqué qu'un remuement considérable de terres auparavant abreuvées, & que la fouille des marais desséchés, ont donné naissance à des épidémies putrides. LANCISI a réuni pour les médecins un grand nombre de faits de cette nature, dans son bel ouvrage sur les dangers des effluves qui s'élèvent des marais (*).

Jusqu'aux travaux des chimistes modernes, on accusoit des miasmes septiques, délétères, d'une nature incon-

(*) De noxiis paludum effluviis.

Il ne nous reste plus qu'à démontrer l'analogie qui existe entre le gaz inflammable des marais & plusieurs autres fluides aériformes qu'on obtient dans l'analyse de beaucoup de substances, afin de nous éclairer, s'il est possible, sur l'origine & sur la formation du pre-

due, d'être la cause de ces malheurs; mais ne doit-on pas les attribuer au gaz inflammable qui s'exhale continuellement des débris des matières végétales & animales qui se pourrissent dans ces lieux. Ce gaz mêlé à l'air que les hommes respirent, altère ce fluide, il lui ôte cette propriété vitale soupçonnée par les anciens, & qui n'est plus un problème aujourd'hui; il lui enlève sur-tout la qualité antiseptique, qui paroît être celle par laquelle ce fluide est le plus utile à la respiration & à la vie, il lui ajoute au contraire une sorte de ferment putride dont les animaux éprouvent bientôt la puissance. Le docteur FRANKLIN a essuyé une fièvre intermittente dont il a été atteint immédiatement après avoir été exposé au gaz inflammable, qui s'élevoit d'une eau dont il avoit agité le fond. Les ouvriers qui travaillent au bord des eaux, sont sujets à la même maladie. J'ai vu à plusieurs reprises un grand nombre de blanchisseuses qui lavent leur linge dans la rivière des Gobelins, attaquées à la fois d'une fièvre d'accès, dont il m'a paru que la cause étoit due à l'air infect qui se dégage de l'eau de cette petite rivière. Il seroit important que les médecins fissent une attention spéciale à cet objet, qui éclaireroit sans doute sur les effets de la respiration, & sur la production de plusieurs maladies.

mier. HALEs s'étoit apperçu que toutes les matières organiques fournissoient dans leur décomposition une très-grande quantité d'air. Il en a retiré du bois, des huiles, des résines, du sang, de l'urine, des calculs, des os, &c. Il en a noté exactement la quantité, mais il en a peu examiné les propriétés chimiques. Il croyoit que ce principe n'étoit que de l'air fixé dans ces corps, & altéré par le mélange de différentes matières. Depuis ce physicien, on a répété une partie de ses expériences, & on est convaincu aujourd'hui qu'il faut compter pour beaucoup les produits aériformes, qu'on obtient dans les analyses, sur-tout relativement à leurs propriétés qu'on commence à mieux connoître. On fait que les fluides élastiques qu'on retire des substances organiques ne sont point de l'air, puisqu'ils éteignent les bougies ou s'enflamment à leur approche; c'est de ces derniers que nous devons nous occuper ici (1).

(1) HALEs avoit bien apperçu que l'air qu'il retiroit dans ses analyses, avoit quelquefois la propriété de s'enflammer par le contact d'une bougie, &c. il avoit même observé la vapeur rouge que le gaz nitreux prend lorsqu'on l'expose à l'air; mais il regardoit ces fluides élast-

J'ai trouvé en distillant un grand nombre de matières animales & végétales avec l'appareil pneumatique-chimique, qu'elles fournissent d'autant plus de gaz inflammable, qu'elles étoient elles-mêmes plus combustibles, que ce gaz ne se dégageoit que dans les derniers instans de la décomposition, lorsque ces corps commençoient à passer à l'état charbonneux. Mais ce qui est le plus important pour notre objet; c'est que ce gaz est absolument de la même nature que celui des marais; il brûle lentement, sa flamme est bleue, il ne détone point avec l'air pur; il décompose l'eau de chaux, le foie de soufre; il rougit la teinture de tournesol, il rend effervescens les alkalis caustiques & acquiert dans tous ces cas beaucoup plus d'inflammabilité qu'il n'en avoit auparavant.

L'observation la plus importante que j'aie eu occasion de faire dans ces expériences, c'est que les matières végétales donnent constamment un gaz moins inflammable, & plus chargé d'acide craieux, que celui que four-

riques comme de l'air mêlé de quelques corps étrangers, & il n'avoit point d'idée sur l'existence particulière des gaz, que M. PRIESTLEY a le premier bien distingués & reconnus.

nissent les matières animales ; c'est ainsi que le sang de bœuf desséché traité à la cornue & à l'appareil pneumato-chimique, m'a donné un fluide élastique plus combustible, plus aisé à purifier que celui du bois de gayac ; ce dernier est à peine inflammable, il brûle avec une flamme bleue très-peu visible & très-lente (1). Ce fait est entièrement d'accord avec ce que j'ai remarqué dans mon premier mémoire ; il explique très-bien pourquoi les eaux où pourrissent des matières végétales, fournissent le gaz le moins combustible, & pourquoi au contraire les eaux dont le fond est rempli de substances animales en putréfaction, produisent un gaz plus inflammable & beaucoup moins chargé d'acide craieux.

(1) Ayant distillé, il n'y a pas long-tems, du bois de Brésil, dans une autre vue, & ayant fait joindre au récipient un syphon pneumatique, comme j'ai coutume de le faire pour toutes les distillations exactes, j'ai obtenu une grande quantité d'un fluide élastique, qui brûloit en répandant une flamme bleue, d'une belle couleur indigo. Je fais mention de ce gaz, parce que les fluides élastiques combustibles que j'ai eu occasion d'examiner dans un grand nombre de distillations, ont tous une manière propre & particulière de brûler, dans la rapidité de la combustion, la couleur de la flamme, &c.

Relativement au fluide aériforme que fournissent les matières organiques, & sur-tout le sang par l'action du feu, qu'il me soit permis de m'arrêter un peu sur le bleu de Prusse, & de proposer quelques idées sur sa formation & sur sa nature. Ayant analysé à la cornue l'alkali préparé avec le sang de bœuf pour le bleu de Prusse, analyse dont je rendrai compte dans une autre circonstance, j'ai obtenu avec d'autres principes, un gaz inflammable en très-grande quantité. Ce fluide présentait dans sa combustion tous les phénomènes du gaz des marais, il précipitoit très-abondamment l'eau de chaux, rougissoit la teinture du tournesol. J'ai distillé par comparaison le bleu de Prusse à l'appareil pneumatique-chimique, & j'ai obtenu un fluide élastique absolument de la même nature que celui de l'alkali calciné avec le sang de bœuf. M. DE LASSONNE avoit déjà observé que le gaz du bleu de Prusse ne détonoit point avec l'air déphlogistiqué. Ce savant a proposé d'après cela, de distinguer les gaz inflammables en détonans & non détonans. En agitant le gaz du bleu de Prusse avec de l'alkali volatil caustique, je lui ai rendu la combustibilité & la propriété détonante, & l'alkali est devenu effervescent. L'alkali prussien, ou l'alkali qui

a dissous la partie colorante du bleu de Prusse, m'a donné un fluide gazeux, en tout semblable aux précédens. Cette conformité parfaite entre les gaz du sang, de l'alkali phlogistique, de l'alkali prussien & du bleu de Prusse, pourroit faire soupçonner que cette dernière préparation doit sa couleur & ses propriétés à la combinaison du fer avec un gaz semblable à celui des marais.

Plusieurs faits bien connus viennent à l'appui de cette opinion.

1°. Toutes les matières charbonneuses qui peuvent faire du bleu de Prusse, contiennent le gaz dont nous parlons.

2°. On a rencontré du bleu de Prusse naturel dans les lieux où ce gaz se forme naturellement ; tels sont le bois pourri, le fond des eaux où pourrissent des matières organiques.

3°. J'ai vu plusieurs fois de l'alkali, calciné avec le sang de bœuf, dans lequel il s'étoit formé du bleu de Prusse par le laps du tems, vraisemblablement aux dépens du fer contenu dans le sang, & du gaz que l'alkali fixe extrait de ce fluide animal. Au reste, je ne propose cette idée que comme une conjecture qui demande, pour être adoptée, qu'on fasse un travail particulier sur cet objet. J'ai com-

mencé une partie de ce travail , & je me propose de le suivre le plus loin qu'il me sera possible , & de le présenter quelque jour aux savans (1).

Je passe maintenant à quelques considéra-

(1) Quoique ce mémoire n'ait été lu à l'académie qu'en 1782, il avoit été rédigé comme le premier, en 1780, & mon travail sur le bleu de Prusse que je ne fais qu'indiquer ici, a été fait en 1778 & 1779. M. CHAPTAL, professeur de chimie à la société royale des sciences de Montpellier, a publié en 1781 des mémoires de chimie, parmi lesquels on en trouve un sur la partie colorante du bleu de Prusse. Ce chimiste attribue la couleur de cette préparation à un gaz inflammable qu'il appelle & qu'il croit avec M. SAGE, un phosphore volatil. On n'y trouve aucune expérience propre à prouver la nature phosphorique de ce fluide élastique. Quoique mes recherches aient quelque chose de commun avec celles de M. CHAPTAL, mon opinion sur la partie colorante prussienne, & mes expériences pour la reconnoître, sont si différentes, que je crois devoir les continuer. Je rendrai cependant à ce chimiste le tribut d'éloge qu'il mérite; excepté les assertions vagues sur le prétendu phosphore volatil, son mémoire contient des faits très-importans, & que j'examinerai fort en détail en son lieu. La découverte d'un bleu de Prusse inaltérable mérite assurément la plus grande attention, & on ne peut que le louer d'attendre que des expériences longues & multipliées aient prononcé sur ce fait avant de le publier.

tions sur l'origine & la formation du gaz des marais. En recueillant tous les faits connus sur sa production, sur la nature des terrains où on le trouve, sur sa quantité & ses propriétés toujours relatives à la qualité du sol, j'observe qu'il ne se forme jamais que dans les lieux où des matières organiques se décomposent par la putréfaction. M. DE VOLTA n'a pas pu en recueillir des eaux claires, & dont le fond étoit sableux. J'ai rencontré la même difficulté aux environs de Paris, mais j'ai vu en outre que ce gaz produit dans le fond des eaux stagnantes, est de deux espèces bien distinctes l'une de l'autre. L'un est plus combustible, en raison de plus d'air inflammable; on ne le retire que des lieux pleins de matières animales, tels, par exemple, que quelques cantons de la rivière de Bièvre, les bassins qui nourrissent beaucoup d'insectes; l'autre gaz est beaucoup moins combustible, il contient plus d'acide craieux que le premier, & il se dégage des eaux dont le fond est végétal. On retrouve la même alternative dans la distillation pneumato-chimique des matières animales & végétales comparées. Toutes les substances animales qui se pourrissent à l'air, & non sous les eaux, laissent échapper un gaz

plus ou moins inflammable. Il est quelquefois arrivé qu'en ouvrant des cadavres dont l'abdomen étoit soulevé par le gaz produit pendant leur putréfaction, l'air qui en est sorti s'est enflammé subitement & avec une espèce de sifflement à l'approche d'une chandelle, & a brûlé tranquillement pendant quelques secondes à l'ouverture pratiquée au bas-ventre, jusqu'à ce que cette cavité ait été entièrement vidée de l'air inflammable qui la distendoit. On a vu plusieurs fois des flammes légères voltiger sur les fosses où étoient enfouis des cadavres, & la superstition a tiré parti de ces phénomènes que la physique n'avoit pas encore approfondis. Beaucoup de physiciens ont observé que les vapeurs qu'exhalent les excréments pourris, s'enflammoient quelquefois, au grand danger de ceux qui s'en approchoient avec des lumières.

De tous ces faits réunis je crois pouvoir conclure ;

1°. Que le gaz inflammable des marais, de M. DE VOLTA, ou non détonant de M. DE LASSONNE, est un composé naturel dû aux êtres organiques.

2°. Que cette combinaison est formée par la vie même de ces êtres ; puisqu'on retrouve

ce gaz inflammable dans les êtres vivans , & puisqu'il est rejeté par plusieurs de leurs émonctoires (1).

3°. Qu'on ne le retire jamais que des matières organiques elles-mêmes , ou des substances minérales plus ou moins altérées par ces matières , comme du pyrophore , du charbon de terre , de l'alkali phlogistique , du bleu de Prusse , &c.

4°. Que la décomposition par le feu paroît analogue à celle opérée par la putréfaction , puisque toutes les deux fournissent le même gaz.

5°. Que ce gaz diffère toujours par son odeur. En général , l'aggrégation du principe

(1) Lorsque ce fluide produit par des alimens de nature animale qui séjournent trop long-tems dans les intestins , distend ces organes & ne peut pas se faire jour par l'anus , il donne naissance à une espèce de tympanite intestinale & spasmodique , dans laquelle on a été quelquefois obligé d'avoir recours à la ponction. M. CHABERT , homme très-versé dans la médecine vétérinaire , m'a dit qu'ayant donné un coup de trocar dans le cécum d'un cheval qui éprouvoit une forte indigestion , il en est sorti subitement un fluide aériforme qui s'est allumé à la bougie qu'on tenoit près de lui , & qui a rempli l'écurie d'une flamme bleue très-forte.

odorant semble être encore plus foible, & sa ténuité plus grande que celle des substances gazeuses. Nul moyen ne peut encore fixer cet être singulier, si expansible, & qu'il seroit si important de connoître sur-tout pour les médecins. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'il est très-altérable & très-susceptible de combinaison, sans doute à cause de son aggrégation si rare & si foible. En effet, l'odeur de notre gaz inflammable prend dans toutes les circonstances, des modifications que les nerfs seuls peuvent saisir & percevoir; elle n'est jamais la même dans les différens lieux, dans les différentes températures: on en a un exemple en se promenant au bord des étangs, en comparant l'odeur des gaz de la distillation des matières animales & végétales, de la putréfaction de ces mêmes substances, de la décomposition du pyrophore, de l'alkali phlogistique, &c.

6°. Je conclus enfin que le nom de gaz inflammable des marais donné à cet être par M. VOLTA, ne lui convient pas parfaitement, puisqu'il n'est pas particulier aux marais, puisque ce physicien l'a trouvé dans les terrains humides, puisqu'il existe dans les rivières, dans les étangs, dans les marres, puisque les

chimistes françois, à la tête desquels on doit mettre MM. DE LASSONNE, BUCQUET & LAVOISIER, l'ont retrouvé dans plusieurs composés chimiques, puisqu'enfin j'en ai retiré de toutes les substances organiques en décomposition. Ne pourroit-on pas le nommer *gaz inflammable organique*? Ce nom le distingueroit du gaz inflammable minéral. Peut-être seroit-il encore plus à propos de lui en donner un tiré de ses principes chimiques; alors celui de *gaz inflammable craieux* lui conviendrait bien, en désignant exactement sa nature.



M É M O I R E

Sur la détonation du nitre & sur les phénomènes qu'elle présente ().*

LA détonation du nitre est un de ces phénomènes qui ont de tout tems occupé les chimistes. L'illustre STAHL, dont le génie brillant a tant répandu de jour sur la chimie, attribuoit cette propriété à la présence du phlogistique dans l'acide nitreux, & à la grande tendance que ces deux corps ont à se combiner. M. MACQUER, qui a ajouté de nouvelles forces à la théorie de STAHL, explique d'une manière très-ingénieuse comment s'opère la détonation du nitre, & rend raison de toutes les circonstances que ce phénomène présente; c'est, suivant ce chimiste célèbre, en formant avec le phlogistique sec un soufre particulier que l'acide nitreux brûle & se détruit. On ne peut lire la comparaison qu'il fait de la formation du soufre nitreux avec celle du soufre vitriolique, des rapports & des différences

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie le 9 février 1780.

de ces deux corps, fans être charmé de l'enchaînement des faits qu'il a rassemblés, & entraîné par la force des raisonnemens qu'il emploie. Ce n'est donc qu'avec une espèce de regret qu'on peut renoncer à une théorie si séduisante, & ce n'est qu'avec beaucoup de défiance qu'on doit proposer ses idées sur la cause de ce phénomène qui sembloit être si approfondie & si bien connue. Cependant, comme la recherche de la vérité est ce qu'on doit se proposer dans les sciences, j'ai cru pouvoir offrir mon opinion en l'étayant des preuves multipliées que j'exposerai plus bas; je ne dissimulerai pas que j'ai balancé long-tems avant d'adopter cette théorie, & que je n'ai cédé qu'à l'évidence que les faits m'ont paru établir.

Dès que j'eus lu les premiers volumes de l'ouvrage de M. PRIESTLEY dans lesquels ce physicien rend compte des expériences faites sur l'air tiré du nitre & sur la pureté de cet air, je fus frappé de la ressemblance qu'il y a entre la détonation de ce sel neutre & la combustion des lumières que l'on plonge dans l'air déphlogistiqué; je me promis dès cet instant de répéter l'expérience de M. PRIESTLEY, & d'examiner le fluide aériforme que le nitre fournit dans sa distillation. L'ayant fait plusieurs

mois après, j'obtins d'une demi-once de nitre ; une assez grande quantité d'air très-pur & tout semblable à celui du précipité rouge. Je ne pouffai pas plus loin cette expérience pour l'instant, quoique je méditasse un travail suivi sur cet objet, parce que je fus obligé de me livrer à d'autres occupations. J'appris quelque tems après que M. BERTHOLET, mon confrère, avoit lu à l'académie un mémoire sur la décomposition de l'acide nitreux dans lequel il s'étendoit sur l'air que fournit le nitre ; me voyant devancé sur ce travail, je priai ce chimiste de me donner communication de son mémoire, ce qu'il eut la complaisance de faire, & j'en lus avec beaucoup d'avidité tous les détails ; je vis avec plaisir que ses expériences étoient d'accord avec les miennes, & que nous ne différions qu'à très-peu d'égards l'un de l'autre. Seulement il dit avoir été obligé de tenir son nitre à un très-grand feu continué long-tems pour obtenir de l'air, & j'ai eu du gaz déphlogistiqué à une chaleur assez modérée, & dès que le nitre fondu bouilloit dans la cornue (1) ; il n'a point eu de gaz nitreux,

(1) Je ne me fers plus que de ce procédé aujourd'hui pour avoir de l'air pur. Toutes les fois que j'en ai besoin,
&

& cette distillation répétée un grand nombre de fois, m'en a presque toujours donné une certaine quantité; l'eau par laquelle a passé l'air déphlogistiqué, a rougi constamment le tournesol dans mes expériences. D'après ce fait bien avéré & reconnu aujourd'hui de tous les chimistes, il paroît certain que l'air dé-

on met dans une cornue de verre lutée, ou plongée dans un creuset plein de sable, deux ou trois onces de nitre de la troisième cuite en poudre, on adapte au col de ce vaisseau un siphon pneumatique, ou bien on a soin de choisir une petite cornue à long bec, on plonge ce dernier ou le bout du siphon sous un flacon plein d'eau, & renversé sur la tablette de la cuve pneumatique; dès que le nitre est fondu, il donne de l'air pur qui se rassemble dans le flacon. J'ai conseillé à plusieurs physiciens de mes amis de suivre ce procédé au lieu d'employer le précipité rouge, & ils s'en servent tous avec des avantages bien marqués. Il a cependant deux inconvénients; le premier, c'est que l'opération est sujette à manquer, soit par l'absorption de l'eau qui remonte dans le tube qu'on adapte au col de la cornue, ou dans le col même de ce vaisseau, & qui le fait casser, soit par la fusion du verre qui a souvent lieu bien avant que le nitre ait donné tout son air; mais ces deux inconvénients peuvent être regardés comme nuls dans un laboratoire bien monté, parce qu'on doit y avoir toujours des cornues lutées & remplies de nitre en poudre, ainsi que des tubes recourbés.

phlogistique est un des principes de l'acide nitreux ; M. LAVOISIER a démontré que cet acide est formé de deux gaz, le nitreux & le déphlogistique ; il paroît que ce dernier y est en beaucoup plus grande quantité que l'autre, puisqu'on en obtient beaucoup du nitre pur, & que son acide semble même se convertir en air déphlogistique ; mais je m'occuperai ailleurs de ce phénomène, il me suffit actuellement d'avoir bien démontré la présence de l'air très-pur dans le nitre. Cet air s'en dégage à l'aide d'un certain degré de chaleur, & laisse à nu l'alkali fixe, ce que tous les artistes savent, puisqu'il suffit de tenir long-tems du nitre rouge dans un creuset pour le trouver alkalisé (1).

(1) J'ai reconnu depuis ces premières recherches, que cette alkalisiation du nitre n'a lieu que lorsqu'on la fait avec le contact de l'air ; alors l'alkali résidu de cette décomposition, se trouve uni à une certaine quantité d'acide craieux. Mais si on décompose le nitre par le feu, sans le contact de l'air, comme dans une cornue à l'appareil pneumatique-chimique, l'alkali ne reste pas pur, quelque chaleur que l'on employe ; il contient beaucoup des gaz nitreux, comme l'a dit M. BERTHOLLET. C'est assurément là un des faits les plus singuliers que présentent les propriétés du nitre. Le gaz nitreux extrêmement volatil reste combiné avec l'alkali qui semble lui communiquer une partie de sa fixité ; cependant toutes les

L'atmosphère reçoit dans cette expérience l'air déphlogistiqué qui se volatilise, comme le récipient le reçoit dans la distillation.

fois que l'acide nitreux réagit sur des corps combustibles quelconques, le gaz nitreux est le premier qui se dégage, & l'air pur acquiert de la fixité. Cette différence bien saisie me paroît propre à expliquer la difficulté, & voici comment je la conçois.

Lorsqu'on chauffe le nitre, les deux sels qui le constituent, l'alkali & l'acide, réagissent l'un sur l'autre; l'alkali n'étant point un corps combustible, & n'ayant que peu d'affinité avec l'air pur, laisse échapper celui qui forme un des principes de l'acide, & retient le gaz nitreux; ce dernier, que je regarde avec M. MACQUER comme une espèce de corps combustible, a une forte de tendance pour s'unir aux alkalis, ainsi que beaucoup de matières inflammables, le soufre, les huiles, & paroît former avec le gaz nitreux une sorte de composé analogue aux hépars ou aux savons. Ce composé, qui est le résidu du nitre distillé sans le contact de l'air, verdit le syrop de violette, est déliquescent, a l'odeur du gaz nitreux, se fond facilement dans l'eau, & est décomposable par les acides qui en séparent le gaz nitreux, comme ils séparent le soufre & l'huile unis aux alkalis.

Au contraire lorsque c'est un corps combustible qui réagit sur l'acide nitreux, comme un métal, &c. les loix de sa décomposition sont inverses. Le corps inflammable tend à s'unir intimement à l'air & l'enlève à l'acide, dont l'autre principe, le gaz nitreux, est alors séparé & se volatilise. Ainsi, le mercure donne une grande

Telle est l'action du feu nu sur le nitre que l'on y expose seul ; mais si , lorsque ce sel est rouge , on présente à son contact un corps combustible , ce corps s'enflamme ; & se trouvant dans une atmosphère d'air pur ou déphlogistiqué qui se sépare du nitre , il brûle beaucoup plus vite que dans l'air atmosphérique. Cette combustion rapide, tout-à-fait semblable à celle qu'on opéreroit en plongeant ce corps enflammé dans de l'air déphlogistiqué retiré du précipité rouge , le consume & le réduit très-promptement en cendre. Le même phénomène a lieu si l'on met du nitre froid sur un corps combustible enflammé ; dans ces deux cas ce n'est pas l'acide de ce sel qui brûle , parce qu'il n'est pas plus combustible que toutes les autres substances salines ; mais c'est cet

quantité de gaz nitreux pendant qu'on le dissout dans l'acide nitreux , parce qu'il s'empare de l'air pur de cet acide , à l'aide duquel il se calcine , & qu'on peut retirer de ce métal , lorsqu'il est parvenu à l'état de précipité rouge.

Ceux qui sont dans le cas d'apprécier les grands phénomènes de la chimie , doivent appercevoir que la décomposition du nitre par le feu , & la qualité du résidu alkalin chargé de gaz nitreux , sont capables d'éclairer sur la nature de ce dernier fluide aériforme.

acide qui, se décomposant & fournissant dans cette décomposition une grande quantité du principe nécessaire à la combustion, favorise & rend plus brillante celle du corps combustible qui se trouve plongé tout entier dans ce principe. On voit par cette explication fort simple, pourquoi le nitre ne détone pas sans le contact d'une matière combustible en ignition, c'est qu'il n'est pas combustible par lui-même, & qu'il ne fait que contenir une substance qui entretient & excite même la combustion.

On peut s'assurer de ce fait par une expérience bien facile & bien concluante. On met une certaine quantité de nitre dans un creuset placé au milieu d'un fourneau de fusion bien allumé; lorsque ce sel & le creuset sont rouges, si l'on examine le nitre, on le trouve agité d'un mouvement d'ébullition très-marké, il se forme à sa surface une très-grande quantité de bulles qui crevent & se reproduisent très-vîte; en observant les bords du creuset, on voit la flamme des charbons qui l'environnent plus vive & plus brillante; si l'on plonge un charbon embrasé dans le creuset avec précaution & sans toucher le nitre, ce charbon brûle avec une espèce de fracas & de scintillation, comme si on l'avoit plongé dans.

un récipient plein d'air déphlogistiqué : ce n'est certainement pas à l'acide nitreux qu'on doit attribuer ce phénomène , puisqu'il n'y a ni vapeurs rouges , ni l'odeur particulière de cette substance , puisqu'enfin un petit vase plein de teinture violette que j'y ai plongé rapidement , n'y a point éprouvé d'altérations , circonstances qui accompagneroient & annonceroient même le dégagement de l'acide nitreux (1). On peut , par ce moyen , enlever tout l'air déphlogistiqué que fournit le nitre , & réduire entièrement ce sel neutre à sa base alcaline , sans qu'il y ait

(1) De la teinture de violettes portée dans une cloche pleine de gaz nitreux , à l'aide de l'ingénieux instrument de M. le duc DE CHAULNES , reste sans altération ; mais dès qu'on fait passer de l'air pur sous cette cloche , l'acide nitreux qui se forme sur-le-champ , & qui est alors dans l'état d'un gaz que j'appelle gaz acide nitreux , pour le distinguer du premier , colore promptement en rouge cette teinture. Le même phénomène auroit lieu dans le haut du creuset où l'on chauffe du nitre , s'il s'en dégageoit du gaz acide nitreux. On doit retirer la teinture violette très-promptement , parce que la chaleur forte qui règne dans le creuset la changeroit en rouge , ce qui pourroit induire en erreur , & faire croire que cette couleur seroit due à l'acide nitreux , tandis qu'elle ne devoit sa naissance qu'à la décomposition de la partie colorante par l'action du feu.

de détonation. En quoi cependant diffère la vraie détonation du nitre de l'expérience précédente ? A quelle cause attribuer ces éclairs brillans, rapide & multipliés, qui s'échappent de ce sel, lorsqu'on le met sur un charbon ardent, ou, lorsqu'après l'avoir fait bien rougir, on expose à son contact un corps très-combustible, comme du soufre en poudre ? Voici, je crois, ce qui donne naissance à cette diversité dans les effets.

Lorsqu'on expose du nitre à l'action médiate du feu dans un vaisseau ouvert, & sans le contact de matières inflammables, la chaleur le décompose paisiblement, en volatilifant l'air pur ou déphlogistiqué qui entre dans sa décomposition, & dont la propriété ne se manifeste que lorsqu'il touche la surface d'un corps en combustion. Si on y expose un de ces corps combustibles en ignition, comme cet air s'applique à toute la surface de ce corps, il en augmente la combustion également dans tous ses points, & sans éclairs apparens ; mais si, au lieu de détruire le nitre par la simple volatilifation de l'air pur (1), qui est un des principes

(1) Il ne faut jamais oublier que le fluide élastique contenu dans les chaux métalliques & dans l'acide nitreux

de son acide, opérée à l'aide de l'action médiate du feu, on applique immédiatement le nitre à un corps qui brûle, le contact immédiat de ce corps augmentant singulièrement l'action du feu, raréfie & volatilise subitement l'air pur du nitre, le fait s'échapper avec violence & s'appliquer sur le corps combustible avec la force que la chaleur lui communique, d'où naissent les éclairs passagers & brillans, l'espece

est le seul qui soit de véritable air; si je l'appelle air pur ou déphlogistiqué, c'est pour me faire entendre de tout le monde, en me conformant aux dénominations primitives données par M. PRIESTLEY. Tous les autres fluides aériformes ne sont point de l'air pour les chimistes, parce qu'ils n'ont pas les deux grandes propriétés chimiques d'entretenir la combustion & la respiration. Tous ces fluides doivent être appelés gaz; tels sont le gaz inflammable, le gaz alkalin, le gaz sulfureux, le gaz nitreux, le gaz acide marin, le gaz acide craieux, &c. Sous ce point de vue, le fluide atmosphérique lui-même est bien loin d'être de l'air pur, puisque ses propriétés d'air sont très-bornées & bien moins énergiques que celles de l'air pur qu'on retire du nitre & des chaux métalliques. L'atmosphère n'est que le réservoir où les animaux & les corps combustibles puissent pour ainsi dire, & attirent à eux l'air vital qui y est contenu & qui n'en fait souvent que la troisième ou la quatrième partie, ainsi que M. DE LAVOISIER l'a démontré par ses expériences ingénieuses.

d'explosion que ce sel offre dans cette expérience, & qui vont toujours en augmentant de vitesse & d'intensité à mesure que le cristal salin est plus pénétré par la chaleur; c'est encore pour cela que cette détonation est d'autant plus vive & d'autant plus rapide, que le nitre est en parcelles plus tenues; de sorte que ce sel mis en poudre, en s'appliquant dans l'instant même, &, pour ainsi dire, molécule à molécule, au corps qui brûle, est décomposé sur-le-champ & excite, au moyen de l'air déphlogistiqué qui s'échappe de toutes ses parties à la fois, une flamme rouge brillante & très-étendue. Mais cette flamme n'est point accompagnée de ce fracas, de ces fusées & de ces explosions qu'on observe en mettant un gros cristal de nitre sur les charbons, & qui ne sont dues qu'à la grosseur de ce cristal, à l'effort que l'air pur fait pour s'en séparer, & à la résistance qu'il éprouve; aussi quand on veut se faire un spectacle amusant de cette détonation, préfère-t-on d'exposer sur un large charbon allumé un gros cristal de salpêtre; alors la déflagration est plus lente, mais plus brillante & plus belle à cause de l'air déphlogistiqué qui brise sa prison & s'élance sur le charbon qu'il enflamme avec bruit.

Il n'est pas plus difficile de concevoir, d'après ces détails, comment & pourquoi le nitre entretient la combustion dans les vaisseaux fermés ; c'est toujours en fournissant par sa décomposition le fluide qui seul jouit de la propriété de faire brûler les corps, & qui manqueroit très-vîte dans le peu d'espace que les vaisseaux contiennent. Telle est la théorie des *Clyffus*.

Après cette explication générale de la cause de la détonation du nitre, entrons dans quelques détails, & appliquons cette théorie à plusieurs circonstances qui en dépendent, & sur lesquelles la connoissance de cette cause peut répandre beaucoup de lumières. Quoiqu'il paroisse, à ne considérer la chose que du premier coup-d'œil, que ce que j'ai dit fuffise pour expliquer tous les phénomènes que le nitre présente dans sa détonation avec différentes substances, en réfléchissant sur cet objet, on s'appercevra facilement qu'il y a dans ces phénomènes un grand nombre de faits dont on s'est peu embarrassé jusqu'à ce jour, & qui deviendront intéressans, soit par l'explication qu'on est en état d'en donner actuellement, soit par la force qu'ils ajouteront à l'opinion que j'ai exposée.

Pour commencer par le plus simple , qui ne voit pas jusqu'à quel point cette nouvelle théorie éclaire l'opération du nitre fixé par les charbons , ainsi que la cause de la déflagration de la poudre à canon? En effet , dans l'alkalifation du nitre la poudre de charbon , qui est un corps très-combustible , s'appliquant par molécules très-divisées à la surface du nitre , s'embrâse d'autant plus rapidement que chaque parcelle est enveloppée d'une atmosphère d'air déphlogistiqué dégagé du nitre , qui accélère beaucoup sa combustion ; de là la violence & la promptitude de sa destruction. Mais ce phénomène devient encore plus satisfaisant , lorsqu'après avoir mêlé le charbon & le nitre , on projette ce mélange bien fait dans un creuset rouge. Deux choses doivent être considérées avec soin dans cette expérience , la quantité des matières & leur état respectif. Quant à la quantité , plus le nitre est abondant , plus la combustion du charbon est rapide & bruyante ; si au contraire la dose du charbon excède celle du nitre , alors il n'y a point assez d'air déphlogistiqué pour servir à l'inflammation complète de tout ce charbon , & il en reste une partie qui n'est pas brûlée. L'état respectif des deux substances est encore très-

important à considérer pour bien connoître la nature & les résultats variés de la même expérience. Si les matières sont peu divisées & peu mêlées, la détonation est plus lente & moins parfaite, parce que l'air déphlogistiqué du nitre n'est dégagé que peu à peu, & ne s'applique point également à toutes les parcelles du charbon. Aussi dans ce cas quoique la quantité du sel soit assez grande pour brûler tout le charbon, cependant ce dernier n'est pas consumé en entier, parce qu'une portion de l'air qui pourroit hâter la combustion, se dissipe en pure perte. Mais si chaque substance est très-divisée, si le mélange est exact & fait avec soin, la détonation est rapide & brusque, la combustion est vive & bruyante, & le phénomène est bien plus intéressant, parce que chaque parcelle du mélange étant composée d'une molécule de nitre & d'une de charbon, le sel est décomposé entièrement, & toute la quantité d'air déphlogistiqué qui s'en échappe est employée à faire brûler la molécule de charbon qu'il touche immédiatement, & à laquelle il s'applique de toutes parts. C'est à ces deux moyens réunis, la quantité plus que nécessaire du nitre pour faire brûler le corps combustible, & le

mélange exact des matières, que l'on doit les effets violens de la poudre à canon, dont la théorie vient d'être expliquée avec beaucoup & peut-être même trop de détails.

Il n'est pas aussi facile de concevoir & d'expliquer les terribles effets du mélange de trois parties de nitre, deux parties de sel alkali fixe & une partie de soufre, qui forme la poudre fulminante. Le peu de chaleur nécessaire pour faire réussir sa fulmination, le peu de flamme qu'on apperçoit pendant ce phénomène, sembleroit indiquer qu'il n'est pas dû à la détonation du nitre, & en effet ce n'est pas seulement à la combustion du soufre opérée par l'air déphlogistiqué du nitre, qu'il faut en rapporter la cause, puisque cette combustion ne peut avoir lieu sans le contact d'une matière embrasée : d'ailleurs cette combustion est vive, produit une flamme blanche très-belle, & n'est point accompagnée du bruit très-considérable de la fulmination, lorsqu'au lieu d'exposer la poudre fulminante à une chaleur douce, on la projette sur des charbons ardents (1).

(1) Cette différence de la détonation terrible de la poudre fulminante, comparée à celles que j'examine en

Le tartre fait détoner le nitre moins bien, il est vrai, que le charbon & le soufre, mais cependant assez pour l'alkalifer. La théorie de cette opération est très-aisée à déduire de celle que j'ai établie sur la détonation du nitre ; c'est toujours un corps combustible qui brûle à l'aide de l'air pur ou déphlogistiqué séparé du nitre par la chaleur. Mais il y a dans cette opération des circonstances particulières qui méritent que nous y insistions. Premièrement le nitre suse assez difficilement avec le tartre, & ce fait me sert à confirmer de plus en plus la théorie que j'ai proposée ; car ce sel ne détone jamais qu'en raison de la combustibilité des corps auxquels on l'unit ; ce qui prouve que ce n'est pas une propriété absolue, mais toujours relative : au lieu que si cette détonation n'étoit que l'inflammation d'un soufre nitreux, ce soufre seroit toujours le même, & brûleroit toujours avec les mêmes phénomènes, à quelque substance que le phlogistique qui entreroit dans sa composition appartînt. Le tartre n'est que peu com-

particulier dans ce mémoire, m'a engagé à faire une dissertation particulière que j'ai placée à la suite de celle-ci.

buftible par lui-même ; mis fur les charbons, il répand beaucoup de fumée, & fa flamme eft très-peu brillante. Il n'eft donc pas étonnant qu'il faffe détoner le nitre avec lenteur, puifqu'il n'en fépare qu'avec difficulté l'air déphlogiftiqué qui ne facilite auffi que très-mal fa combustion. C'eft pour cela qu'on eft obligé dans cette opération de rallumer plusieurs fois ce mélange.

Secondement, en variant la quantité du tartre on a des produits différens. Parties égales de cette fubftance & de nitre donnent après la détonation une matière plus ou moins blanche, qu'on nomme flux blanc ; deux parties de tartre fur une de nitre, laiffent après la déflagration un corps charbonneux noirâtre qu'on défigne fous le nom de flux noir ou flux réductif (1). Ces différens états ne dépendent que de la quantité du falpêtre & de

(1) Il eft très-fingulier que cette différence frappante entre les deux flux, qui ne peut dépendre que de la quantité diverfe du nitre qu'on emploie pour les préparer, n'ait pas frappé les chimiftes, & ne leur ait pas fait observer que le nitre n'eft nullement combuftible par lui-même. Il feroit cependant difficile de trouver un fait qui prouvât mieux cette affertion, & voilà pourquoi j'ai cru devoir fixer l'attention des favans fur ce point.

celle de l'air déphlogistiqué qui est toujours en raison de la première. Dans l'opération du flux blanc le tartre est tout-à-fait réduit en alkali fixe ; tout ce qu'il contenoit de combustible est brûlé jusqu'à l'incinération à la faveur de l'air pur qui lui a été fourni en assez grande quantité ; dans celle du flux noir le tartre n'a été consumé qu'à moitié, le peu d'air pur qui se produit dans ce cas n'a pas pu servir à la combustion de toute cette substance, dont une grande partie est encore dans l'état charbonneux. C'est même à raison de ce charbon excédent, que ce flux sert plus à la réduction des métaux, soit qu'il leur fournisse du phlogistique suivant STAHL, ou du principe de la lumière suivant M. MACQUER, soit qu'il absorbe dans la combustion l'air déphlogistiqué qui leur est uni, & qui ne peut en être séparée que par ce moyen, suivant la doctrine de M. LAVOISIER. Pour m'assurer que telle est la cause de la différence de couleur des flux, j'ai plongé dans un vaisseau plein d'air déphlogistiqué, le mélange pour le flux noir, après l'avoir allumé avec un charbon, & dans le tems qu'il commençoit à détoner. A l'instant la combustion, qui dans cette opération est très-lente & très-difficile, s'est faite subitement

subitement & dans tout le mélange ; la matière résistante après cette combustion étoit beaucoup plus blanche que le flux réductif, & approchoit de l'état du flux blanc. Cette expérience prouve très-bien, à ce qu'il me semble, qu'il ne manque au flux noir qu'une quantité plus grande d'air pur, pour brûler davantage, & s'alkalifer en proportion de sa combustion, quantité qu'on peut lui fournir, soit en augmentant dans le mélange celle du nitre, comme on fait pour le flux blanc, soit en plongeant le mélange pour le flux noir dans de l'air déphlogistiqué, après l'avoir allumé.

La propriété qu'ont certaines matières métalliques de faire détoner le nitre, tandis que d'autres ne produisent pas le même phénomène, tient toujours à la même cause. Tous les chimistes savent que certains métaux sont beaucoup plus combustibles ou calcinables que d'autres, & qu'il y a entr'eux des différences très-grandes relativement à cette propriété. La facilité plus ou moins grande qu'ils ont à faire détoner le nitre, suit absolument la loi de leur combustibilité. Le zinc qui est le plus combustible de tous, c'est-à-dire, qui a le plus d'affinité avec l'air déphlogistiqué, & dont ce corps sépare le plus facilement le

principe inflammable, s'empare avec violence de l'air du nitre, & occasionne une déflagration très-rapide & très-brillante. Le fer qui est très-inflammable & très-facile à calciner, lorsqu'il est réduit en parcelles très-fines, brûle très-bien avec le nitre, & se trouve converti par son union avec l'air pur fourni par ce sel, en une chaux qu'on nomme safran de mars de ZWELFER; l'arsenic, le régule d'antimoine, l'étain, le cuivre étant aussi combustibles, brûlent à l'aide de l'air déphlogistiqué du nitre. Quant au mercure & aux métaux parfaits, comme ils ne sont point aisément calcinables, & qu'ils demandent, pour brûler, l'application long-tems continuée de l'air & du feu, ils ne détonent point avec le nitre, parce qu'ils n'ont que peu d'affinité avec l'air déphlogistiqué que la chaleur en dégage, & parce que ce fluide élastique n'en sépare le principe inflammable qu'avec beaucoup de difficulté. Mais si la calcination des métaux par le moyen du nitre est due à la même cause que l'inflammation de toutes les matières combustibles, les phénomènes doivent être les mêmes quant à l'état & à la quantité des substances métalliques, & du sel neutre qui sert à leur combustion. C'est aussi ce qu'il est aisé de prou-

ver ; en effet , les métaux ne se brûleroient point , s'ils n'offroient beaucoup de surface à l'air déphlogistiqué du nitre , & si on ne les réduisoit en limaille pour obtenir cette multiplication de surface. La quantité des matières produit aussi des différences très-marquées dans les résultats ; prenons pour exemple le mélange de l'antimoine & du nitre. Lorsque ce dernier sel n'est qu'à la dose d'une partie sur quatre d'antimoine , l'air déphlogistiqué que cette dose fournit, ne brûle qu'une partie du soufre de ce minéral, & laisse le demi-métal dans son état métallique. Tel est le résultat de l'opération que l'on met en usage pour obtenir le régule. Si l'on fait détoner parties égales de ces deux matières , la substance demi-métallique est un peu plus altérée par la plus grande quantité d'air déphlogistiqué auquel elle s'unit ; elle est alors convertie en une scorie vitreuse nommée faux foie d'antimoine de RULLAND. Enfin, si la dose du nitre excède de deux parties celle de l'antimoine, ce sel fournit une assez grande quantité d'air déphlogistiqué pour brûler le soufre , calciner le régule , & le réduire en une matière blanche qu'on appelle antimoine diaphorétique. On parvient même à calciner encore

davantage cette chaux antimoniée, en l'exposant de nouveau à l'air déphlogistique dégagé pendant la détonation du nitre, comme on le fait dans la préparation d'un médicament connu sous le nom de poudre de LA CHEVALLERAYE. Ces phénomènes, suivis avec exactitude, offrent donc la plus grande analogie avec ceux que le tartre présente dans sa combinaison avec le nitre, & décèlent qu'ils sont dus à la même cause.



M É M O I R E

Sur la cause de la détonation de la poudre fulminante ().*

DANS mon mémoire sur la détonation du nitre, dont je crois avoir démontré la cause, je n'ai fait qu'indiquer les phénomènes de la poudre fulminante, sans en donner l'explication. Cependant comme le nitre est nécessaire pour la production de cette substance, il est vraisemblable que la cause de ses terribles effets est due en partie à ce sel neutre. Il est donc important de revenir sur cet objet, & de rechercher avec soin à quoi peut être due cette fulmination.

Pour procéder avec ordre dans cette recherche, commençons par examiner les principes de la poudre fulminante; essayons de démontrer que ces principes contiennent éminemment tout ce qui est nécessaire à la combustion, & que la fulmination n'est en effet autre chose que la combustion la plus éner-

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie des sciences le 12 février 1780.

gique & la plus rapide que l'on connoisse.

La poudre fulminante est composée de trois parties de nitre sec, de deux parties d'alkali fixe & d'une partie de soufre ; on mêle exactement ces trois substances dans un mortier chaud. On en met une certaine quantité dans une cuiller de fer, & on la fait chauffer ; la poudre se liquéfie, & se dissipe entièrement en produisant un bruit très - considérable. Que doit-il se passer dans cette opération ? M. BAUMÉ & M. MACQUER ont pensé que l'acide nitreux s'emparoit d'une portion du phlogistique du soufre, & formoit du soufre nitreux, qui brûloit rapidement & en produisant une explosion vive, parce qu'il éprouvoit une résistance très-forte de la part des autres corps avec lesquels il se trouvoit en contact. On voit que cette explication est la même que celle de la détonation du nitre : qu'il me soit permis de proposer mon opinion sur cet objet, en la soumettant au jugement des deux célèbres chimistes dont je viens d'exposer le sentiment.

Lorsqu'on chauffe la poudre fulminante, l'alkali fixe réagit sur le soufre, il s'y combine & forme du foie de soufre ; c'est donc alors un composé de foie de soufre & de nitre,

qui détonent ensemble, comme l'a très-bien démontré M. BAUMÉ en faisant de la poudre fulminante par le simple mélange de ces deux corps. Le foie de soufre, exposé à l'action du feu, fournit, en se décomposant, une grande quantité de gaz hépatique très-inflammable. Ce gaz est un des corps les plus combustibles que l'on connoisse ; c'est aussi, suivant nous, à sa combustion qu'est due la fulmination. A mesure que la chaleur dégage le gaz inflammable du foie de soufre, elle décompose le nitre, & en sépare l'air déphlogistiqué, comme je l'ai prouvé dans le mémoire précédent (1). Or, ces deux gaz unis ensemble ou en contact l'un avec l'autre, forment, comme M. PRIESTLEY l'a démontré, le mélange le plus com-

(1) Il paroît que le gaz inflammable contribue au dégagement de l'air pur du nitre par la tendance qu'il a pour s'y combiner, & que ce dégagement s'opère d'autant plus vite, que l'affinité entre l'air vital & l'air combustible est plus forte. C'est ainsi que, dans la réduction des chaux métalliques, le charbon sépare & absorbe l'air pur qui leur est uni, & qui les neutralise ; c'est ainsi que les acides sont décomposés par les métaux, & par la plupart des corps combustibles. Cette attraction est aussi naturelle & aussi facile à concevoir, que la volatilisation de l'esprit alkali volatil opérée par le voisinage de l'esprit de sel.

combustible que l'on connoisse. Tous les physiciens & tous les chimistes ont répété l'expérience de ce savant Anglois, qui consiste à faire passer dans un flacon deux parties de gaz inflammable & une partie d'air pur ou déphlogistiqué ; on présente un corps enflammé à l'orifice du vaisseau qui contient ce mélange, & on le voit s'allumer subitement, brûler dans un instant, & produire dans sa combustion un bruit proportionné à la quantité des gaz qu'on a mêlés. Il se passe absolument la même chose dans l'expérience de la poudre fulminante, les deux fluides aériformes se trouvent en contact après avoir été dégagés par la chaleur, savoir, le gaz inflammable du foie de soufre & l'air déphlogistiqué du nitre. La chaleur est assez considérable pour enflammer le gaz combustible, ou, ce qui est la même chose, pour le combiner avec l'air déphlogistiqué. En quoi diffère donc la détonation de la poudre fulminante, de celle des autres corps combustibles unis au nitre, & d'où dépend ce bruit terrible comparé avec raison à celui de la foudre ? Cela me paroît être dû,

1°. A la grande combustibilité du gaz inflammable & à la rapidité avec laquelle il s'empare de l'air pur ;

2°. A l'état d'aggrégation semblable dans le corps combustible & dans celui qui est nécessaire à sa combustion, état qui produit une grande énergie dans l'acte de leur combinaison ;

3°. A l'obstacle que ces deux gaz éprouvent de la part du composé d'où chacun d'eux s'échappe, & à l'effort violent qu'ils font pour s'approcher & se combiner.

Cette explication simple rend raison, comme je vais le démontrer, de tous les phénomènes qui accompagnent la fulmination.

1°. Il faut chauffer assez fortement la poudre fulminante pour qu'elle produise son explosion, parce qu'en effet il faut une chaleur assez considérable pour combiner l'alkali fixe avec le soufre, aussi bien que pour décomposer le nitre & en dégager l'air déphlogistiqué. C'est pour cela que la poudre fulminante préparée, suivant le procédé de M. BAUMÉ, par le mélange immédiat du foie de soufre & du nitre, produit ses effets beaucoup plus vite que celle que l'on a préparée à la manière ordinaire, comme l'a très-bien observé ce chimiste. Dans la première, toutes les conditions nécessaires pour la combustion désirée, existent ; le foie de soufre est tout formé,

il ne s'agit plus que d'en dégager le gaz inflammable, & de le mettre en contact avec l'air déphlogistiqué : aussi fulmine-t-elle à une chaleur moindre. Pour faire détoner la dernière on a besoin d'un feu plus vif & plus long-tems continué, afin de combiner d'abord le soufre avec l'alkali. Ce fait est non-seulement bien d'accord avec la théorie que j'ai exposée, mais il lui donne encore de nouvelles forces, comme il est aisé de le sentir.

2°. Une chaleur trop foible ne fait point détoner la poudre fulminante, parce qu'elle n'est point capable de former du foie de soufre & de dégager l'air déphlogistiqué du nitre. Il peut même arriver qu'en tenant le mélange fulminant long-tems exposé à un feu doux, on lui enlève la propriété de fulminer, en volatilifant peu-à-peu le soufre, ainsi qu'on le fait en chauffant lentement la poudre à canon. J'ai réussi à dénaturer ainsi le mélange fulminant, & à lui ôter sa propriété détonante ; mais cette expérience exige beaucoup de prudence & de précautions.

3°. Si, au lieu de faire chauffer la poudre fulminante dans une cuiller de fer, on la projette sur des charbons ardents, alors elle ne produit point de fulmination, parce que le

foie de soufre n'a pas le tems de se former , & parce que le nitre fait détoner le soufre avant que le corps combustible puisse se combiner à l'alkali fixe , tandis que lorsqu'on la chauffe doucement , la chaleur qui n'est pas assez forte pour faire détoner le nitre , l'est assez pour combiner le soufre avec l'alkali. L'hépar une fois formé , donne son gaz inflammable , dont la forte tendance pour s'unir à l'air pur , contribue à opérer la décomposition du nitre & à en dégager l'air vital auquel il se combine bientôt avec la plus grande énergie , d'où résulte l'explosion qui caractérise les effets de la poudre fulminante.

Pour m'assurer si ce mélange des deux gaz , inflammable & déphlogistiqué , est bien réellement la cause de l'explosion produite par la poudre fulminante , j'ai pris deux parties de gaz inflammable obtenu par la distillation du foie de soufre , & une partie d'air pur dégagé du nitre. Je les ai mêlés dans un flacon ; je les ai mis en contact avec une bougie allumée , ils ont produit une détonation assez vive. J'ai observé dans des expériences semblables , répétées avec des gaz inflammables obtenus de différens foies de soufre , des différences très-notables , dont je dois rendre compte.

Le foie de soufre formé par le sel fixe de tartre, ou l'alkali fixe végétal, saturé d'acide craieux, sel que je désigne sous le nom de tartre craieux, m'a donné par la distillation un gaz qui détonoit très-foiblement avec l'air pur du nitre.

Au contraire, le foie de soufre fait avec l'alkali végétal privé de son acide craieux ou rendu caustique par la chaux, m'a fourni par sa décomposition au feu un gaz inflammable qui détonoit très-bien avec l'air vital.

Enfin, le gaz inflammable obtenu par la distillation du foie de soufre volatil, ou de la liqueur fumante de BOYLE récemment préparée, détonoit avec l'air pur aussi bien que le gaz inflammable le plus combustible.

Ces expériences m'ont engagé à préparer une poudre fulminante en mêlant ensemble deux gros de foie de soufre fait par l'alkali caustique ou la pierre à cautère, avec quatre gros de nitre bien sec. Cette poudre comparée à celle faite par le mélange du foie de soufre ordinaire avec le nitre, eut des effets plus violens & plus prompts. Je crois que, s'il étoit possible d'avoir le foie de soufre à base d'alkali volatil sous forme sèche & non déli-

quescente (1), on feroit avec cet hépar la poudre la plus fulminante possible.

Ces faits relatifs aux divers états du gaz inflammable recueilli du foie de soufre, & qui sont d'accord avec les travaux de MM. BUCQUET & LAVOISIER sur les différens foies de soufre, pourront être discutés ailleurs; je ne les emploie ici que pour servir de preuves à l'opinion que je veux établir, savoir, que la détonation de la poudre fulminante n'est dûe qu'à la combustion du gaz inflammable du foie de soufre, opérée subitement par l'air pur dégagé du nitre, ou, ce qui est la même chose, à la combinaison rapide du gaz hépatique avec l'air vital & à la séparation brusque & vive du principe inflammable de ce gaz combustible.

Pour ne laisser aucun doute sur cette opinion, j'ai pensé qu'en variant les doses des deux composés nécessaires pour produire la

(1) Je fais que l'on obtient un hépar concret, en distillant le sel ammoniac & le soufre avec la craie, ou l'alcali fixe effervescent, que j'appelle tartre craieux; mais ce foie de soufre contient de l'acide craieux qui lui donne sa solidité, son gaz hépatique est moins inflammable que celui de la liqueur de BOYLE, il est très-décomposable, il attire l'humidité de l'air, & il ne formeroit qu'une poudre fulminante très-foible avec le nitre.

fulmination, je produirois auffi des variations dans les effets de ce mélange. J'ai fait un grand nombre de poudres fulminantes en employant différentes dofes de foie de foufre & de nitre fec à la manière de M. BAUMÉ, que j'ai déjà dit être la meilleure, & qui a, de plus, le mérite d'être plus prompte. J'ai observé plusieurs phénomènes finguliers dans la détonation de ces différentes poudres fulminantes; mais, comme ils tiennent à une théorie plus générale, j'en réfèrve les détails pour une autre circonftance; je me bornerai à en donner ici les grands réfultats, qui feuls peuvent étayer la doctrine que je propofe. Plus on augmente la dofe du foie de foufre fur celle du nitre, moins la fulmination eft violente, toujours en raifon de la quantité de poudre que l'on effaie; & en effet il n'y a pas alors affez d'air déphlogiftiqué pour faire brûler avec toute l'activité poffible, le gaz inflammable du foie de foufre; plus au contraire la dofe du nitre fe rapproche de celle indiquée par tous les chimiftes pour faire la poudre fulminante, plus les effets font rapides, parce qu'alors il y a affez d'air pur pour faturer complètement & rapidement le gaz hépatique; mais, ce qu'il y a d'affez étonnant, c'eft qu'en portant au-delà

la dose du nitre, non-seulement la fulmination n'est pas plus considérable, mais même elle est sensiblement plus foible. Je tâcherai de donner la cause de ce singulier phénomène, dans un mémoire que je soumettrai au jugement de l'académie sur la combinaison du gaz inflammable & de l'air vital (1).

Pour prouver encore plus exactement l'identité parfaite que je crois exister entre la détonation du gaz inflammable & de l'air déphlo-

(1) Pour prévenir toute équivoque & laisser à M. LAVOISIER toute la gloire de sa belle découverte sur la nature & la décomposition de l'eau, qu'il vient de constater à la séance publique de l'académie (*), j'avouerai que le travail que j'annonce ici sur la combinaison du gaz inflammable & de l'air vital n'avoit pas du tout le même objet que celui de M. LAVOISIER; quoique j'eusse observé plusieurs fois, comme M. CAVENDISH, des gouttes d'eau sur les parois des cloches & des flacons où j'avois fait brûler ce mélange, je n'en avois pas tiré la même induction sur la composition de l'eau, & mon travail n'avoit pour objet que de découvrir pourquoi un mélange d'une partie de gaz inflammable & de deux parties d'air vital ne présente ni détonation ni combustion bien sensible, & ce que devient dans ce cas le corps combustible élastique.

(*) J'écris cette note le 17 novembre 1783, & c'est mercredi dernier 12 de ce mois, que M. LAVOISIER a lu son mémoire à l'académie.

giffiqué mêlés ensemble , & celle de la poudre fulminante , il seroit très-bon d'essayer de faire fulminer cette dernière à l'aide d'une étincelle électrique portée sur cette poudre chauffée & sur le point d'être liquéfiée. Je suis persuadé que je serois parvenu à la faire fulminer par le choc électrique, comme l'on enflamme par son moyen le mélange artificiel de gaz inflammable & d'air vital ; mais cette expérience n'est pas sans danger , & je ne l'ai pas encore tentée.

Je finirai ce mémoire en prévenant une objection qu'on pourroit me faire sur la combustion du gaz inflammable à l'aide de l'air déphlogistique que je donne comme la cause de l'explosion de la poudre fulminante ; c'est l'absence de la flamme dans ce dernier phénomène, tandis qu'il y en a une très-manifeste dans la détonation de ces deux gaz mêlés ensemble. Mais cette absence de la flamme n'étonne plus les chimistes qui savent aujourd'hui qu'il y a plusieurs combustions sans flamme apparente. Et d'ailleurs, il n'est peut-être pas encore bien démontré que la poudre fulminante ne produise de la flamme, peut-être à la vérité très-foible & très-légère, pendant la détonation, & je ne regarde pas cette propriété comme très-démonstrée.

MÉMOIRE

M É M O I R E

*Sur la décomposition du tartre vitriolé
par quelques substances métalliques (*).*

LE tartre vitriolé a été regardé avec raison par les chimistes comme la substance saline composée, la plus parfaite & la plus difficile à détruire. En effet, l'affinité de l'acide vitriolique & de l'alkali fixe végétal qui le constituent, est si considérable, qu'il n'y a que les corps combustibles & les affinités doubles qui, suivant M. MACQUER, sont susceptibles de décomposer ce sel.

S'il est prouvé que les substances inflammables soient les corps les plus capables de décomposer le tartre vitriolé, on doit être étonné que depuis STAHL qui a opéré cette importante décomposition à l'aide du charbon, aucun chimiste n'ait encore essayé de la produire avec d'autres matières combustibles. Les métaux contenant le principe inflamma-

(*) Ce mémoire a été lu à l'académie au mois d'avril 1783.

bleauquel ce grand homme faisoit jouer le principal rôle dans cette opération, il étoit naturel de soupçonner qu'ils étoient capables de séparer les principes de ce sel ; mais on favoit que l'alkali fixe décomposoit toutes les combinaisons de l'acide vitriolique avec les métaux, & c'est sans doute d'après cela qu'on a négligé d'examiner l'action des substances métalliques sur le tartre vitriolé.

Je ne connois dans les auteurs de chimie que deux faits relatifs à cet objet, & je dois avouer que c'est d'après l'un d'eux que je me suis livré aux recherches qui font le sujet de ce mémoire. M. MONNET rapporte, dans son *Traité de la dissolution des métaux* (1), qu'ayant fait fondre dans un creuset un mélange d'une once de tartre vitriolé & d'une demi-once de régule d'antimoine, il a obtenu une masse jaune & vitriforme : cette masse délayée dans l'eau chaude lui a donné une lessive rougeâtre, qui par le refroidissement déposoit un soufre antimonié, & dont les acides précipitoient un véritable soufre doré. Il conclut, avec raison, de cette belle expérience, que le tartre vitriolé a été décomposé

(1) In-12 ; Amsterdam, 1775, page 238 à 241.

par le régule d'antimoine, & qu'il seroit dangereux de traiter les mines de ce demi-métal avec des matières vitrioliques. Il ajoute que cette observation est applicable aux autres métaux blancs, tels que le plomb & le bismuth; mais ces deux derniers sont ceux qui agissent le moins sur le tartre vitriolé, & les matières métalliques qui altèrent le plus ce sel, n'ont pas été indiquées par M. MONNET.

Le second auteur qui a dit quelque chose de la décomposition des sels vitrioliques par les métaux, est M. DE WASSERBERG, chimiste allemand. Ce savant qui a réuni dans trois volumes presque tous les faits connus sur les substances métalliques, annonce à l'article de l'antimoine (1), la découverte de M. MONNET, & indique dans l'histoire du zinc, que ce demi-métal décompose le tartre vitriolé & le sel de GLAUBER. Il n'a rien dit de tous les autres métaux, & il semble même, en citant l'expérience de M. MONNET, ne pas la regarder comme très-importante, puisqu'il dit que ce chimiste auroit pu deviner tout ce qui s'est passé dans cette opération.

(1) *Institut. Chemiæ, Vindobonæ, 1778, Tom. II. pag. 370, §. 1664.*

Cette expérience m'ayant vivement frappé, je la répétais dans mes cours en 1779, & je la trouvai parfaitement conforme à ce qu'avoit annoncé M. MONNET. D'autres travaux dont plusieurs ont été déjà soumis à l'académie, m'ayant occupé depuis ce tems, je n'ai pu suivre que cette année les recherches que je m'étois dès-lors proposé de faire sur cet objet. Toutes les substances métalliques, traitées au feu avec le tartre vitriolé, m'ont présenté des phénomènes particuliers à chacune d'elles, & souvent inattendus. Je ne donnerai dans ce mémoire que les résultats les plus frappans de mon travail, parce que je me propose d'en suivre plusieurs points avec beaucoup plus de détail que je n'ai pu le faire jusqu'à présent.

En rendant compte des expériences que j'ai faites, j'en décrirai avec soin les phénomènes, bien persuadé que l'exacitude est le plus grand mérite des sciences fondées sur l'observation. Je parlerai avec autant d'attention de celles qui ne m'ont pas réussi, que de celles dans lesquelles j'ai eu le plus de succès ; parce que les uns & les autres de ces résultats doivent intéresser également les chimistes. Après avoir fait connoître mon travail, je

m'occuperai des inductions nouvelles qu'on peut en tirer, du rapport qu'il a avec les faits chimiques connus, & je terminerai ce mémoire par l'exposition de la théorie qui me paroît la plus vraisemblable, & à l'aide de laquelle on peut expliquer ce qui se passe dans les opérations que j'aurai décrites.

P R E M I È R E E X P É R I E N C E.

Tartre vitriolé & régule d'arsenic.

Le régule d'arsenic obtenu par la réduction de l'arsenic du commerce traité dans des vaisseaux fermés avec du savon noir, étant extrêmement combustible & volatil, je n'ai pu traiter le tartre vitriolé avec ce demi-métal, que dans un appareil distillatoire bien clos. A cet effet, j'ai trituré deux gros de régule d'arsenic avec une demi-once de tartre vitriolé, & j'ai mis ce mélange dans une petite cornue de verre lutée, à laquelle j'ai adapté un récipient. On a donné le feu par degrés, & on l'a soutenu pendant deux heures, jusqu'à ce que le col de la cornue qui se ramollissoit & se déformoit, ait obligé d'arrêter l'opération.

Le col de la cornue offroit un sublimé d'un gris brillant, comme fondu & boursoufflé,

cristallisé en lames appliquées les unes sur les autres ; c'étoit du régule d'arsenic sans altération. Cette masse demi-métallique étoit terminée vers la voûte de la cornue par quelques petits cristaux brillans vitreux, d'un beau rouge, d'une forme triangulaire, & qui ressembloient au réalgar cristallisé ou rubine d'arsenic. Tout ce sublimé pesoit un peu moins de deux gros.

Le fond de la cornue contenoit une masse agglutinée sans fusion, blanche à sa surface, & d'un gris sale dans la plus grande partie de sa substance. Elle ne pesoit que quelques grains de moins qu'une demi-once. Cette masse n'exhaloit point d'odeur hépatique sensible même en la pulvérisant, phénomène que plusieurs autres matières métalliques ont présenté comme on le verra plus bas. On l'a lessivée avec six onces d'eau distillée bien chaude. La plus grande partie s'est dissoute ; la liqueur filtrée étoit sans couleur, sans odeur sensible, d'une faveur amère, & excitant le crachotement comme toutes les préparations arsénicales. L'esprit de vitriol versé sur cette dissolution, en a dégagé une légère odeur hépatique, l'a colorée d'abord en un jaune citron, & y a produit un précipité si peu abondant, qu'il ne faisoit

que troubler la liqueur fans y former de dépôt. Cette dissolution contenoit donc un peu de foie de soufre.

La matière que l'eau n'avoit point dissoute étoit d'un gris noirâtre ; elle pesoit 12 à 15 grains ; mise sur un charbon ardent , elle ne s'est point enflammée comme le fait le régule d'arsenic , & elle n'a point exhalé la vapeur blanche & abondante que ce demi-métal exhale en brûlant. Cependant , il s'en-dégageoit une odeur d'ail sensible. C'étoit une portion du régule d'arsenic altérée d'une manière très-singulière , & peut-être fixée , comme les chimistes savent que cela a lieu toutes les fois qu'on le traite avec l'acide vitriolique.

Cette expérience démontre que , quoique le tartre vitriolé ne soit que peu altéré par le régule d'arsenic , il y en a cependant une petite partie qui éprouve une décomposition par ce demi-métal , puisque nous avons obtenu du réalgar , & un peu de précipité jaunâtre dans la dissolution unie aux acides ; c'est sans doute en raison de la volatilité du régule d'arsenic , qu'il n'agit pas d'une manière très-marquée sur ce sel neutre.

S E C O N D E E X P É R I E N C E .

Tartre vitriolé & cobalt.

On a mêlé deux gros de régule de cobalt obtenu par la réduction du safre, avec une demi-once de tartre vitriolé. Je ferai observer ici que ce régule étoit assez fortement attirable à l'aimant, & que, quoiqu'il eût éprouvé un feu très-violent dans la réduction du safre, il contenoit encore beaucoup d'arsenic. En fondant & en calcinant le cobalt sur un charbon allumé par l'air déphlogistiqué, suivant le procédé de M. LAVOISIER, l'arsenic s'en exhaloit sous la forme d'une vapeur blanche épaisse & avec une odeur d'ail très-vive.

Ce mélange de tartre vitriolé & de régule de cobalt a été chauffé très-fortement dans un creuset pendant deux heures; en découvrant de tems en tems ce vaisseau, il s'élevoit de légères vapeurs, qui avoient une forte odeur d'ail. Après que l'appareil eut éprouvé cette chaleur, j'observai que le sel étoit bien fondu à sa surface, & qu'il étoit coloré en un beau bleu foncé dans quelques endroits; les parois du creuset étoient teintes de la même couleur, & l'intérieur de la matière offroit une masse agglutinée, poreuse, colorée de la même manière dans plusieurs points.

On a mis cette matière en poudre ; elle n'exhaloit aucune odeur ; quatre onces d'eau distillée avec lesquelles on l'a lessivée, ont dissous complètement la substance saline, & ont laissé sur le filtre une poussière noire mêlée de grenailles de cobalt. Cette dissolution étoit sans couleur & sans odeur ; les acides n'y produisoient aucun changement ; évaporée à siccité, elle a donné du tartre vitriolé très-pur.

Le résidu séché sur le filtre étoit du cobalt en partie métallique & en partie sous la forme de chaux.

Comme le régule employé dans cette expérience avoit été fondu sous une mouffle avec le contact de l'air, & qu'une partie étoit calcinée, j'ai crain que la couleur bleue qu'avoit prise le tartre vitriolé, ne dépendît de cette portion de chaux métallique, & que ce sel n'eût résisté à sa décomposition qu'en raison de la calcination d'une partie du cobalt. Je voulus donc répéter cette expérience avec ce demi-métal plus pur, & à cet effet, je traitai de nouveau dans un creuset & avec les mêmes précautions, une demi-once de tartre vitriolé avec deux gros de régule de cobalt très-brillant ; mais toujours allié de fer & d'arsenic. J'obtins dans cette seconde expérience

un résultat bien différent de celui de la première, & qui me démontra que ma conjecture étoit fondée.

Le produit de cette opération étoit une masse fondue, concave à sa surface qui paroissoit brune ; les parois du creuset étoient colorées en vert sombre. Cette matière étoit cassante ; elle offroit dans sa fracture des lames brunes & une cristallisation semblable à celle de l'intérieur des pains de bismuth ; la portion qui occupoit le fond du creuset, paroissoit mieux fondue & étoit d'une couleur plus foncée, mais son tissu étoit grenu & non lamelleux. Sa saveur étoit âcre & hépatique ; l'odeur de foie de soufre s'y est développée par la légère déliquescence qu'elle a éprouvée en 24 heures, & par la pulvérisation. Six onces d'eau distillée chaude versées sur cette matière, en ont foncé la couleur. Ce fluide filtré étoit légèrement vert ; l'esprit de vitriol en a précipité des flocons d'un jaune verdâtre, qui desséchés, étoient d'une couleur brune, & brûloient comme du soufre, en laissant sur le charbon un peu de résidu coloré, ainsi que cela a lieu dans tous les précipités de cette nature.

La matière qui n'avoit point été dissoute par l'eau, pesoit un peu plus de deux gros. Ce

résidu étoit noir, en partie pulvérulent, & il contenoit environ un gros de régule de cobalt en un petit bouton plus blanc & plus éclatant que ce demi-métal n'a coutume de l'être.

Il semble que, dans cette expérience, le régule de cobalt ait été purifié. Pour savoir exactement ce qui s'y passe, il faudroit la répéter en grand & en suivre plus soigneusement tous les détails ; mais notre objet étant rempli relativement à la manière dont le régule de cobalt agit sur le tartre vitriolé, ce que je viens d'annoncer pourra faire le sujet d'un travail particulier.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & bismuth.

Une once de bismuth en poudre fine & une once de tartre vitriolé mêlées exactement & chauffées dans un creuset couvert, jusqu'à ce que ce vaisseau ait été tenu rouge pendant une heure, ont présenté une masse agglutinée, qui avoit éprouvé un peu de retraite, & qui s'étoit séparée du creuset. Sa surface étoit tantôt d'un beau jaune citron, tantôt d'un vert sale dans différentes expériences semblables

& répétées ; les parois du creuset offroient la même couleur vers leur portion supérieure ; on appercevoit beaucoup de bismuth en grenailles.

Cette matière conservée dans le creuset, couvert d'un simple papier pendant une quinzaine de jours, paroissoit avoir attiré l'humidité de l'air, puisqu'elle pesoit deux onces un gros ; cependant elle n'avoit point d'odeur hépatique ; elle étoit grise, avec quelques taches d'un jaune un peu vert, & remplie de grenailles de bismuth. On l'a lessivée avec six onces d'eau distillée chaude ; ce fluide a dissous presque tout, à l'exception d'une poudre jaune qui nageoit dans la liqueur ; on a décanté cette eau trouble de dessus le bismuth, qui desséché, n'avoit rien perdu de son poids & de ses propriétés. La dissolution filtrée n'avoit point de couleur, ne précipitoit pas par les acides, & son évaporation à siccité a donné du tartre vitriolé très-pur. Il est resté sur le filtre environ dix grains d'une poudre jaune sale qui a été reconnue pour une chaux de bismuth.

Ce demi-métal ne décompose donc pas sensiblement le tartre vitriolé. Ce sel chauffé fortement avec le bismuth, en calcine une

petite portion, & c'est à cette dernière qu'est due la poudre colorée dont nous avons fait mention, ainsi que l'augmentation de poids du demi-métal. Il n'est donc pas à craindre, comme le dit M. MONNET (1), que les sels vitrioliques altèrent le bismuth dans ses mines, & il ne peut, à cet égard, être comparé au régule d'antimoine.

Q. U A T R I È M E E X P É R I E N C E.

Tartre vitriolé & régule d'antimoine.

On a fait chauffer pendant une heure & demie un mélange d'une once de tartre vitriolé & d'une once de régule d'antimoine en poudre, dans un creuset couvert. On a obtenu une masse bien fondue, d'une couleur jaune un peu verte, contenant encore quelques portions de régule non altéré. Les parois du creuset étoient teintes en vert, & la matière fondue y étoit très-adhérente. En la mettant en poudre, elle exhaloit une odeur hépatique. On l'a lessivée avec dix onces d'eau distillée bien chaude; le contact de ce fluide a donné sur-le-champ à la matière une couleur oran-

(1) *Dissol. des métaux*, pag. 241.

gée brillante, & y a développé l'odeur de foie de soufre. On a filtré, la liqueur a passé claire, & d'une légère couleur rougeâtre; elle n'a point déposé de kermès par le refroidissement; mais elle s'est troublée au bout de quatre jours, & il s'y est formé quelques flocons blancs qui paroissent être la réunion de petites aiguilles salines; les parois du bocal qui contenoit cette dissolution, se sont tapissées en même-tems d'un grand nombre de petits cristaux de la même nature.

Une partie de cette liqueur a donné un très-beau soufre doré par l'esprit de vitriol qui en a dégagé un gaz hépatique inflammable, & extrêmement fétide. Une autre portion de cette lessive évaporée à siccité dans une capsule de verre au bain de sable, a laissé un résidu très-blanc, comme salin, d'une saveur âcre & très-désagréable, qui, quoiqu'il n'eût pas l'aspect & les propriétés apparentes d'un hépar antimonié, donnoit cependant avec une vive effervescence & une odeur fétide, un beau soufre doré par l'esprit de vitriol. Ce fait m'a paru d'autant plus singulier, qu'en général les foies de soufre métalliques, & en particulier l'hépar antimonié, ont toujours une couleur plus ou moins verte ou brune. Il me

paroît encore important d'observer que, pendant l'évaporation de cette liqueur, il ne s'est point formé de dépôt coloré, & il ne s'est pas exhalé d'odeur fétide, comme cela a lieu dans toutes les lessives hépatiques d'antimoine. Il semble que le gaz hépatique se fixe dans la substance saline, & qu'il faut le contact d'un acide pour y développer sa présence, ainsi que la couleur qu'il a coutume de donner à la chaux d'antimoine.

Les dix onces d'eau employées pour lessiver la masse du tartre vitriolé décomposé par le régule d'antimoine, n'ont pas à beaucoup près dissous toute cette matière. Il est resté sur le filtre une poudre orangée claire, mêlée de régule, & qui pesoit un peu plus d'une once. Cette substance ressembloit à l'antimoine qu'on a traité plusieurs fois avec des alkalis, & qui est dans l'état d'une espèce de soufre doré. L'acide vitriolique versé sur une portion de ce résidu, en a dégagé avec une vive effervescence, beaucoup de gaz hépatique. Une demi-once exposée au feu dans un creuset, s'est boursoufflée, s'est bien fondue, & a donné un verre d'antimoine d'une couleur très-foncée. C'étoit une chaux d'antimoine unie à un peu de soufre, & colorée par le gaz hépatique.

Voilà donc une substance demi-métallique qui décompose parfaitement le tartre vitriolé, ainsi que l'avoit annoncé M. MONNET. Je dois ajouter que cette opération réussit tout aussi bien dans une cornue de verre, & qu'elle n'exige ni un grand degré de feu, ni une chaleur soutenue long-tems. J'ai constaté ce fait par plusieurs expériences, & j'ai trouvé en prenant le terme moyen de mes essais, qu'il faut un peu moins d'une partie de régule d'antimoine pour décomposer complètement deux parties de tartre vitriolé : alors il reste moins de résidu insoluble après la dissolution de la matière hépatique.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & zinc.

L'altération que le tartre vitriolé éprouve de la part du zinc, est un des plus singuliers phénomènes que j'aie eu occasion d'observer dans mon travail ; & j'avoue que je n'aurois jamais soupçonné cette substance demi-métallique d'avoir une action aussi énergique sur ce sel neutre.

On a fait chauffer pendant une heure dans un creuset couvert, une once de tartre vitriolé & une once de zinc en poudre. Ce mélange s'est

s'est bien fondu. Examiné après son refroidissement, il présentoit à sa surface des cristaux prismatiques, ou des fleurs argentines de zinc. La masse fondue étoit boursofflée, d'une couleur jaune tirant sur le vert, & d'une odeur fortement hépatique. La portion qui touchoit le creuset étoit purpurine, ainsi que la paroi interne de ce vaisseau. Cette matière s'est brisée facilement sous le pilon. Son odeur fétide a été alors beaucoup plus développée. On l'a lessivée avec douze onces d'eau distillée bien chaude, dont le contact lui a fait prendre sur-le-champ une couleur verte presque noire. On a filtré; la liqueur a passé claire & colorée en un vert d'émeraude foncé. En douze heures cette couleur s'est dissipée ou plutôt changée en un jaune sale tirant sur le vert; il s'est déposé en même tems quelques flocons qui paroissent noirs, & qui n'ont pas pu être examinés à cause de leur petite quantité. Ce précipité qui a lieu dans presque tous les foies de soufre métalliques, paroît être à cet hépar de zinc, ce qu'est le kermès minéral au foie de soufre antimonié. Je ne puis m'empêcher de faire observer que la disparition de la couleur de ce foie de soufre de zinc, est un fait très-singulier, & qu'on ne peut en trouver la

cause que dans la volatilisation du gaz hépatique.

L'esprit de vitriol versé dans cette liqueur, y a produit une légère effervescence, un dégagement de gaz hépatique extrêmement fétide & inflammable ; il s'y est formé en même tems un précipité jaune brun, qui, rassemblé & séché sur un filtre, ne pesoit que trois ou quatre grains, & brûloit comme du soufre, en laissant sur le charbon une petite poussière purpurine.

Les douze onces d'eau distillée employées pour lessiver le foie de soufre formé par le tartre vitriolé & le zinc, n'avoient dissous qu'une petite partie de cette substance. Il restoit sur le filtre une poudre d'un vert un peu jaune, qui pesoit plus d'une once un gros. Cette poudre ne brûloit & ne se volatilisoit pas sur les charbons ardents ; elle n'y exhaloit ni odeur, ni fumée sensibles. Exposée à un feu doux pendant une heure, elle a pâli à sa surface, & elle a pris une couleur verte claire dans la portion qui n'avoit point le contact de l'air. Ces premiers essais ayant appris que ce résidu n'étoit point du soufre, on l'a traité par l'eau, les acides & les alkalis pour en découvrir la nature.

On a fait bouillir quatre onces d'eau distillée avec un gros de cette matière ; ce fluide n'a pas pris de couleur, il n'avoit qu'une légère odeur de lessive. On en a obtenu par l'évaporation deux grains de résidu gris jaune, qui, humecté d'une goutte d'esprit de vitriol, a exhalé du gaz hépatique & donné un précipité d'un jaune sale ; ce résidu étoit une petite portion de foie de soufre à demi décomposé, & qui avoit échappé à l'action de la première lessive.

Un gros du même résidu, sur lequel on a fait bouillir une once d'alkali fixe végétal caustique en liqueur, n'a point éprouvé d'altération sensible de la part de cette substance saline.

Enfin, une demi-once d'esprit de vitriol versée sur un gros de ce résidu, en a dégagé avec effervescence vive un gaz fétide & très-inflammable. La plus grande partie a été dissoute par cet acide, & il n'est resté qu'une quantité presque inappréciable de précipité. La dissolution vitriolique filtrée & évaporée a donné plus d'un gros d'un sel que la saveur, la précipitation par les alkalis & par le foie de soufre, ont fait reconnoître pour du vitriol de zinc.

Cette analyse démontre que la portion de zinc hépatifé qui n'a point été dissoute par l'eau, étoit une combinaison de chaux de ce demi-métal avec une petite quantité de soufre, colorée par le gaz hépatique.

Il résulte de cette expérience que le tartre vitriolé est décomposé avec beaucoup d'énergie par le zinc, qu'il se forme un foie de soufre qui dissout ce demi-métal réduit à l'état de chaux par cette opération. Aucun chimiste n'avoit fait mention des phénomènes de cette singulière décomposition ; car ce que dit M. DE WASSERBERG, dans son histoire du zinc (1), que le tartre vitriolé & le sel de GLAUBER traités à un grand feu avec le zinc, forment du soufre par l'union de l'acide vitriolique avec le principe inflammable du demi-métal, annonce qu'il n'a point examiné cette opération comme j'ai cru qu'elle méritoit de l'être.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & mercure.

Quoique j'aie tenté inutilement & à plusieurs reprises de décomposer le tartre vitriolé par

(1) *Instit. Chemicæ*, part. 2, sect. 2, tome III, Vindobonæ, 1779, §. 1784, page 50.

le mercure coulant, je n'ai pas perdu entièrement ma peine, puisque j'ai trouvé une manière très-prompte & très-commode d'éteindre parfaitement le mercure.

J'ai trituré dans un mortier de verre, une once de tartre vitriolé en poudre fine & une demi-once de mercure coulant, très-pur. Le sel se coloroit en gris dès les premiers mouvemens du pilon ; en moins d'une demi-heure tout le mercure étoit complètement éteint & si exactement mêlé au tartre vitriolé, qu'on n'en appercevoit plus de globules à l'aide d'une bonne loupe ; le sel étoit alors d'une couleur cendrée uniforme. J'avoue que cette extinction rapide & facile, qui sembloit annoncer une action entre ces deux substances, m'avoit donné l'espérance qu'il en résulteroit, à l'aide de la chaleur, une décomposition réciproque & de nouvelles combinaisons ; mais je fus bientôt détrompé, car ayant introduit le mélange dans une cornue de verre, & ayant donné un feu très-doux, je vis bientôt des globules de mercure s'élever dans le col de ce vaisseau ; & , en augmentant la chaleur jusqu'à faire rougir le fond de la cornue, il s'est rassemblé un peu plus de deux gros de mercure dans le récipient.

Le tartre vitriolé n'avoit éprouvé aucune altération, sa dissolution dans l'eau étoit sans couleur & sans odeur ; les acides n'y opéreroient aucune précipitation ; évaporée elle a fourni ce sel très-pur & presque sans déchet. Une portion du mercure qui avoit pris un peu moins de volatilité après son extinction dans le tartre vitriolé, est restée sur le filtre, partie sous la forme de globules & partie sous celle d'une poudre noire semblable à l'éthiops *per se*.

Le mercure n'a donc point la propriété de décomposer le tartre vitriolé ; au moins sa volatilité met un obstacle à cette décomposition par le moyen du feu.

Je ferai remarquer avant de terminer les détails relatifs à cette expérience, que l'extinction du mercure dans le tartre vitriolé, pourroit fournir un moyen d'administrer ce métal dans un état de division assez considérable, & sans qu'il ait été altéré par les acides, altération que plusieurs médecins redoutent toujours. Peut-être même son association avec un sel fondant & purgatif, pourroit-elle avoir dans quelques circonstances des avantages précieux sur les autres préparations mercurielles.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & étain.

Une once de tartre vitriolé mêlée avec une once d'étain pur en limaille fine, ont été chauffées dans un creuset couvert pendant une heure & demie. Ce mélange s'est fondu avec assez de facilité, il s'est légèrement boursofflé ; il s'en dégageoit une fumée sensible en enlevant le couvercle : cette vapeur se condensoit à la surface de ce dernier en un enduit farineux qui avoit une belle couleur citronnée pendant l'action du feu, & qui est devenue d'un blanc assez pur par le refroidissement.

Le produit de cette opération étoit une masse demi-fondue, très-dure & très-adhérente au creuset, d'une couleur jaune verdâtre, d'une odeur fortement hépatique ; on n'y appercevoit point de substance métallique, c'étoit un véritable foie de soufre. L'eau distillée bouillante, jettée sur cette matière pulvérisée, lui a donné une couleur foncée, & en a développé l'odeur fétide. Ce fluide filtré étoit d'un brun vert ; il ne s'en est rien déposé pendant plus de six semaines ; sa couleur a seulement perdu sa belle nuance verte, pour

en prendre une brune & sale. L'esprit de vitriol uni à une lessive de deux gros de ce produit *stanno-hépatique*, dans six onces d'eau distillée, a donné un précipité jaune qui paroissoit très-abondant à cause de sa division extrême, & qui a pris une couleur brune sous la liqueur. Ce précipité s'est encore foncé en séchant; il étoit alors d'un rouge brun; il pesoit quinze grains, & il brûloit avec une flamme bleue, en laissant sur le charbon un résidu coloré.

La portion que l'eau n'avoit point dissoute, étoit grise, semblable à la potée de l'étain, mais ne contenoit aucune parcelle métallique; elle pesoit plus de deux gros, parce qu'elle avoit attiré l'humidité de l'air. Ce résidu ne brûloit point, & n'exhaloit pas de vapeur sensible sur les charbons ardents; l'esprit de vitriol y excitoit une effervescence très-vive, & en dégageoit un gaz fétide, en y produisant la séparation d'une poudre jaune. Ce résidu étoit de la chaux d'étain, unie à une portion de soufre, & retenant encore un peu d'alkali, qui la mettoit dans l'état hépatique.

Je crois devoir ajouter quelques observations sur cette expérience, par laquelle il est démontré que l'étain est une des matières métalliques qui décompose le plus facilement

le tartre vitriolé, & qui fournit le plus de soufre dans cette décomposition.

1°. L'ayant répétée plusieurs fois & toujours avec le même succès, j'ai vu que le mélange du sel & de l'étain chauffé trop long-tems, ne donnoit, avec l'eau, qu'une lessive brune & un résidu gris ; tandis que, retiré du feu immédiatement après sa fusion, sa lessive étoit d'un beau vert & son résidu d'une couleur verte presque noire ; ce qui provient sans doute de ce que le feu trop long-tems continué dans le premier cas, décompose une partie du foie de soufre, & laisse plus de chaux d'étain libre. C'est une remarque qui doit être appliquée à toutes les décompositions du tartre vitriolé par les substances métalliques ; si on les chauffe quelque tems après la décomposition une fois opérée, elles changent de nature, & les produits moins hépatiques n'offrent presque plus que des chaux métalliques unies à une petite quantité de soufre, qui acquiert une sorte de fixité dans sa combinaison avec ces chaux.

2°. Si l'on mêle le tartre vitriolé en poudre avec l'étain fondu, & qu'on agite ce mélange, ces deux substances forment ensemble une poudre noire, semblable à un éthiops, & le sel paroît empêcher le métal de se réunir en

masse ; ce phénomène doit être remarqué , parce qu'il n'a point lieu avec le plomb qui ne décompose pas le tartre vitriolé , comme l'expérience suivante va le démontrer.

3°. Il est singulier que , malgré la grande quantité d'eau employée pour lessiver le produit du tartre vitriolé traité par l'étain , ce fluide dissolvé aussi peu de véritable foie de soufre ; & qu'une partie de ce dernier reste dans le résidu que les acides décomposent encore à la manière des hépars. Ne pourroit-on pas en conclure que les foies de soufre métalliques sont peu solubles dans l'eau , ou bien la chaux d'étain , qui reste unie à une petite portion de soufre , retient-elle opiniâtrément un peu d'hépar ? Cette observation peut , ainsi que la première , être regardée comme générale dans les autres métaux traités par le tartre vitriolé.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & plomb.

On a chauffé pendant une heure & demie , dans un creuset , un mélange d'une once de tartre vitriolé & d'une once de plomb en limaille fine. Ce mélange étoit boursoufflé , d'une couleur jaune à sa surface ; toute la

masse s'étoit séparée en deux couches, sans doute par l'inégalité de l'action du feu ; la supérieure simplement agglutinée, étoit d'un gris tirant sur le jaune, remplie de grenailles de plomb. Cette croûte étoit séparée par un intervalle vuide de la seconde couche qui occupoit le fond du creuset ; la surface de cette dernière étoit concave, vitreuse & d'une couleur grise foncée ; elle offroit, examinée de près, des dendrites imitant des feuilles de fougère, comme on en voit à la surface des culots métalliques refroidis lentement. Cette couche inférieure, mieux fondue que la supérieure, parce que le feu avoit été plus fort dans le bas du fourneau, recouvroit un culot de plomb de près de cinq gros.

Cette matière lessivée avec de l'eau distillée bouillante, n'a point donné d'odeur hépatique ; la dissolution étoit sans couleur, sans fétidité, & d'une saveur simplement amère ; on en a retiré le tartre vitriolé très-pur par l'évaporation.

Il restoit sur le filtre du plomb en grenailles, qui, réunies avec le culot décrit ci-dessus, pesoient plus de sept gros & demi. Une petite partie de ce métal avoit été calcinée en une espèce de massicot.

Le tartre vitriolé n'est donc pas décomposé par le plomb.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & fer.

Le mélange d'une once de tartre vitriolé & d'une once de limaille d'acier très-pure, chauffé dans un creuset couvert pendant deux heures & demie, a donné, après cette opération, une masse légèrement boursoufflée dont la surface étoit d'un vert foncé ; les parois du creuset au-dessus de cette surface, étoient d'une couleur rouge brune. Cette matière étoit d'une dureté très-considérable ; on n'a pu la briser qu'à l'aide d'une percussion très-forte, & l'examen de son intérieur a présenté des phénomènes que je crois devoir décrire avec une scrupuleuse exactitude.

Quoique sa ténacité, son boursoufflement & son adhérence au creuset indiquassent qu'elle avoit éprouvé une fusion, elle n'étoit cependant ni vitreuse, ni uniforme dans sa cassure ; elle offroit au contraire un tissu spongieux, comme scorifié, sa mie étoit grenue, sa couleur noire & irisée ; on y voyoit briller un grand nombre de petits points qui avoient l'apparence métallique. Une soufflure considé-

rable placée presque à la partie inférieure de cette masse, la partageoit en deux couches, dont l'inférieure étoit plus compacte, d'une couleur plus foncée, & contenoit plus de points brillans que la supérieure; vers la partie la plus élevée de ce singulier produit, j'ai observé plusieurs petites lames d'un gris foncé, brillantes & miroitées, qui m'ont paru être des cristaux de fer, aplatis, ayant cinq ou six angles, & semblables en petit à ceux que M. le duc D'AYEN a obtenus de la distillation du sel marin de fer. (1) Cette matière avoit une saveur âcre & brûlante, & une odeur hépatique très-forte, qui s'est développée, lorsqu'on a mis toute la masse en poudre; elle étoit dans plusieurs points fort attirable à l'aimant.

Les circonstances n'e m'ayant permis d'examiner ce produit que deux jours après l'avoir obtenu, j'observai qu'il n'avoit point attiré l'humidité de l'air, comme le font quelques autres métaux traités avec le tartre vitriolé. L'eau distillée bouillante versée à la dose de huit onces sur six gros de cette matière, a pris une cou-

(1) Voyez la description que M. MACQUER fait de cette découverte de M. le duc D'AYEN, à l'article *Fer*, de son Dictionnaire de chimie, 2^e édit. in-4^o. vol. I, pag. 470.

leur verte si foncée qu'elle paroïssoit noire & opaque ; cette dissolution ne filtroit que très-difficilement , & sembloit être fort consistante ; elle n'avoit point d'odeur hépatique , mais seulement une odeur de lessive , quoique ce fût un véritable foie de soufre , comme des faits ultérieurs vont le démontrer ; elle teignoit le filtre en vert de Saxe très - beau , mais qui pâlissoit & disparoïssoit en séchant. Comme cette liqueur ne se filtroit que très-mal , on a ajouté deux livres d'eau distillée chaude ; sa couleur n'a pas paru avoir perdu de son intensité , qui étoit telle que huit gouttes unies à deux onces d'eau , lui ont donné la nuance de l'émeraude ; j'avoue que je ne connois aucune liqueur colorée plus riche que celle-ci , puisque , desirant la rendre assez claire pour pouvoir juger de l'effet de différens réactifs , j'ai été obligé d'ajouter douze livres d'eau distillée aux deux livres & demie qui n'avoient cependant dissous qu'une petite partie des six gros de matière employée ; encore avoit-elle alors une couleur verte très-belle & très-brillante.

Cette dissolution très-étendue n'a déposé que quelques flocons noirâtres en vingt-quatre heures , mais leur quantité étoit inappréciable.

Pour découvrir la nature de cette liqueur, j'en ai examiné une petite portion par l'évaporation, & la plus grande partie par l'esprit de vitriol.

Une livre évaporée à siccité par une chaleur douce a donné environ 15 grains d'un résidu blanc, mêlé d'une matière rouge sale; ce résidu attiroit l'humidité de l'air; les acides en dégageoient du gaz hépatique, & y formoient un peu de précipité jaune; c'étoit donc un foie de soufre.

J'ai versé de l'esprit de vitriol dans le reste de cette dissolution; une demi-once de cet acide foible a suffi pour détruire sur-le-champ sa belle couleur; elle est devenue d'une teinte sale tirant sur le brun; une opacité d'abord légère, & qui a augmenté peu-à-peu, annonçoit que l'acide en avoit séparé du soufre; mais il a fallu plus de quinze jours pour que ce précipité se déposât au fond du vase, & pour que la liqueur devînt transparente. Ce précipité séché étoit d'un jaune verdâtre, il pesoit de 12 à 18 grains; il brûloit en bleu sur les charbons, c'étoit du soufre uni à un peu de chaux de fer.

Le résidu de la masse lessivée étoit d'une couleur noire & brune semblable à celle de

la terre d'ombre. Il étoit presqu'entièrement attirable à l'aimant ; l'esprit de vitriol en a dégagé du gaz hépatique, & en a dissous la plus grande partie.

On voit par cet exposé que le fer décompose le tartre vitriolé avec beaucoup d'énergie, & qu'il en résulte un foie de soufre très-âcre & très-coloré. J'ajouterai que, lorsqu'on emploie partie égale de fer & de tartre vitriolé, il y a plus de métal qu'il n'en faut pour décomposer ce sel, puisqu'il en reste une partie attirable à l'aimant ; il m'a paru d'après plusieurs expériences, qu'un peu moins d'une demi-partie de fer étoit capable de décomposer une partie de tartre vitriolé.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Tartre vitriolé & cuivre.

Un mélange d'une once de tartre vitriolé & d'une once de limaille fine de cuivre rouge, a été chauffé dans un creuset pendant deux heures & demie. Le sel étoit fondu, d'un gris blanc, mêlé de quelques taches bleues & brunes, cristallisé à sa surface en feuilles de fougère ; le cuivre étoit en culot bien rassemblé au fond du creuset ; il y avoit entre le sel & le
 métal

métal quelques globules vitreux d'un brun foncé, semblables à de l'émail, & qui, par l'action de l'eau, de l'acide vitriolique & de l'alkali volatil, m'a paru être du tartre vitriolé fondu & coloré par la chaux de cuivre; une espèce d'*émail salin* (1).

Le sel dissous dans l'eau, & obtenu par l'évaporation, n'avoit éprouvé aucune altération; il s'en est séparé pendant sa dissolution, une petite quantité de chaux de cuivre d'un brun noir; ce métal ne décompose donc pas le tartre vitriolé.

(1) Le bismuth & le plomb qui ne décomposent pas le tartre vitriolé, présentent le même phénomène. Une petite portion de ces substances métalliques, calcinée soit en raison de l'air qui se trouve, quoiqu'en petite quantité, dans l'appareil, soit par l'action de la matière saline, s'interpose entre les molécules du tartre vitriolé fondu, & le colore à la manière des émaux; c'est ce que j'appelle un *émail salin*. Il est d'un gris noir avec le plomb & le bismuth, brun foncé avec le cuivre. Je me suis assuré par d'autres expériences, qu'en fondant du tartre vitriolé avec des chaux métalliques, on obtenoit des espèces d'émaux de cette nature. La chaux d'arsenic, la chaux grisée d'antimoine, & sur-tout le minium, facilitent même la fusion du tartre vitriolé.

O N Z I È M E E X P É R I E N C E .

Tartre vitriolé & argent.

Une once de tartre vitriolé & une demi-once d'argent pur chauffées pendant trois heures dans un creuset, n'ont pas paru s'altérer. Le sel étoit fondu, cristallisé à sa surface, légèrement coloré en jaune; l'argent formoit un culot dont l'extérieur contenoit une poussière jaunâtre de la même nuance que la partie inférieure du tartre vitriolé.

Dans plusieurs opérations semblables, j'ai toujours obtenu cette poussière jaune; sa petite quantité m'a empêché d'en connoître la nature.

D O U Z I È M E E X P É R I E N C E .

Tartre vitriolé & or.

L'or n'a en aucune manière altéré le tartre vitriolé. Deux gros de ce métal très-pur & en limaille fine, traités avec une demi-once de tartre vitriolé par un bon feu, continué pendant plus de trois heures, n'ont présenté que le sel fondu sans altération, & un culot d'or pâli, légèrement irisé, & qui n'avoit rien perdu de son poids & de sa pureté.

La platine séparée du fer qu'elle contient, n'a fait éprouver aucune altération au tartre vitriolé, & elle est restée intacte après l'action d'un feu de quatre heures. Ce fait avoit déjà été annoncé par M. MARGRAF dans ses recherches sur ce métal, & je l'ai constaté par l'expérience.

Après avoir décrit avec exactitude les phénomènes que n'a présenté le tartre vitriolé traité par les métaux, je crois pouvoir tirer de mes expériences les inductions suivantes.

1°. Parmi les treize matières métalliques dont j'ai examiné l'action sur le tartre vitriolé, il n'y en a que quatre qui ont la propriété de décomposer ce sel avec énergie, savoir le régule d'antimoine, le zinc, l'étain & le fer.

2°. Le régule d'arsenic & le cobalt n'en décomposent qu'une très-petite partie, encore cette décomposition n'a-t-elle peut-être lieu par le second de ces demi-métaux, qu'à raison du fer & de l'arsenic qu'il contient ordinairement.

3°. Le bismuth, le mercure, le plomb, le

cuivre, l'argent, l'or & la platine ne font éprouver à ce sel aucune altération.

4°. Cette décomposition, lorsqu'elle a lieu, ne demande pas un feu considérable, puisqu'on peut décomposer le tartre vitriolé par le régule d'antimoine, le zinc & l'étain dans des cornues de verre lutées.

5°. Il se produit dans cette décomposition un soie de soufre métallique particulier à chaque métal, jaune par le régule d'antimoine, d'un jaune vert par le zinc & l'étain, & d'un vert presque noir par le fer.

6°. En général il ne faut qu'une demi-partie de métal pour décomposer entièrement une partie de tartre vitriolé.

7°. La masse qui résulte de ces décompositions n'est pas toute soluble dans l'eau. Il reste après la lessive de ces hépars, un résidu manifestement hépatique, qui attire l'humidité de l'air, & que les acides décomposent.

8°. Les métaux employés dans une juste proportion pour décomposer le tartre vitriolé, sont réduits à l'état de chaux dans cette opération.

9°. Le soufre formé dans ces expériences est en très-petite quantité dans les lessives, puisque souvent je n'en ai obtenu que quel-

ques grains , sur deux onces de mélange.

10°. Enfin, les décompositions par le zinc, l'étain & le fer, présentent des faits si singuliers, qu'elles méritent d'être observées & suivies avec plus de soin que je n'ai pu le faire encore, sur-tout pour connoître la quantité de soufre produit dans ces opérations, ainsi que l'état du résidu que l'eau ne peut pas dissoudre, & qui n'est certainement pas une chaux métallique pure.

Quant à la théorie de la décomposition du tartre vitriolé par les métaux, si STAHL avoit connu ces expériences, il s'en feroit sans doute servi pour assurer la présence du phlogistique dans les substances métalliques. Cependant, comme il est très-bien démontré aujourd'hui, 1°. que les métaux ne peuvent se calciner sans absorber de l'air en même-tems qu'ils perdent leur principe inflammable; 2°. que l'acide vitriolique ne peut donner du soufre qu'autant qu'il s'en sépare de l'air que ce corps combustible a absorbé en formant cet acide par son inflammation; la doctrine de STAHL ne peut suffire pour expliquer les phénomènes de ces opérations; mais celle que M. MACQUER a proposée, me paroît bien propre à faire saisir l'ensemble & la cause de ces phénomènes.

Les métaux ayant beaucoup de tendance pour s'unir à l'air pur en même-tems qu'ils perdent leur principe inflammable, enlèvent l'air contenu dans l'acide vitriolique & passent à l'état de chaux, pendant que cet acide privé de son air & uni au phlogistique dégagé des métaux, forme du soufre. Ce dernier, une fois formé, est dissous par l'alkali fixe, & produit du foie de soufre qui se sature de la chaux métallique. Ces décompositions réciproques ont donc lieu par une affinité double; l'acide vitriolique est décomposé en même-tems que le métal; l'air & le phlogistique, qui, comme l'a dit très-ingénieusement M. MACQUER, sont précipitans l'un de l'autre, jouent le principal rôle dans ces opérations, & il est certain d'après cela, que la décomposition du tartre vitriolé par quelques substances métalliques, ne porte aucune atteinte à l'ordre des affinités simples établies par GEOFFROY.

Il reste encore une question bien importante à résoudre relativement à ces expériences; pourquoi certains métaux décomposent-ils si facilement le tartre vitriolé, tandis que d'autres ne l'altèrent en aucune manière? Il paroît que cet effet tient à l'adhérence plus ou moins forte du phlogistique dans chaque métal, &

à la tendance plus ou moins grande qu'à chacun d'eux pour s'unir à l'air pur. On conçoit d'après cela, pourquoi le zinc, l'étain & le fer ont une action si vive sur le tartre vitriolé. Il semble encore que l'énergie avec laquelle les métaux décomposent ce sel, suive jusqu'à un certain point l'action que l'acide vitriolique est susceptible d'exercer sur eux. En effet, le zinc & le fer qui décomposent le mieux le tartre vitriolé, sont aussi dissous avec une rapidité & une force singulière par l'acide vitriolique même affoibli, tandis que le bismuth, le mercure, le plomb & le cuivre, sur lesquels cet acide n'a d'action que lorsqu'il est très-concentré & très-chaud, ne sont éprouver aucune altération au tartre vitriolé.

Cette analogie entre l'action comparée de l'acide vitriolique sur les différens métaux, & la manière dont ces derniers altèrent le tartre vitriolé, n'étonnera pas les chimistes qui savent aujourd'hui, que dans la dissolution des substances métalliques par les acides, ces sels sont plus ou moins décomposés; & que l'air pur qui fait un de leurs principes, s'en sépare pour s'unir aux métaux, & pour les calciner: c'est ainsi que, pour ceux qui possèdent l'ensemble de cette belle science, les principaux

phénomènes de la chimie, tels que la combustion, la calcination, la dissolution, la précipitation, &c. ont des rapports directs les uns avec les autres, & paroissent obéir aux mêmes loix.



R E C H E R C H E S

*Sur la nature des principaux réactifs
& sur l'usage qu'on peut en faire dans
l'analyse des eaux minérales (*).*

QUOIQU'É l'expérience ait averti depuis long-tems les médecins, que l'analyse la plus exacte des eaux minérales ne suffit pas pour en connoître entièrement les propriétés, il est cependant démontré qu'elle peut jeter un grand jour sur leurs vertus & sur leur administration. S'il n'est pas permis au chimiste de prononcer définitivement sur les vertus des eaux, d'après les principes qu'il y découvre, on ne sauroit au moins lui contester le droit de soupçonner leurs propriétés à l'aide des connoissances qu'il acquiert sur leur composition. Refuser cet avantage aux recherches chimiques dont l'utilité a été reconnue depuis que la médecine suit les loix de la saine physique, ce seroit ébranler les fondemens de la

(*) Ce mémoire a été lu à la séance publique de la société royale de médecine, du mois de février 1781.

théorie la plus sage, & substituer un empyrisme aveugle à la médecine rationnelle la plus éclairée. En vain, pour nier l'utilité de l'analyse des eaux minérales, répéteroit-on encore qu'il n'y a point de rapport entre la petite quantité de quelques matières salines que la plupart d'entr'elles tiennent en dissolution, & les effets qu'elles produisent sur l'économie animale. Si l'on avoit plus réfléchi sur l'état de ces sels, sur leur extrême division dans les eaux, sur la grande quantité de ces fluides que les malades sont forcés de prendre avant d'en obtenir des effets marqués ; si l'on avoit prévu depuis qu'on a fait ce reproche à la chimie, quel peut être le succès des remèdes les plus simples dans les cas les plus graves, lorsqu'on les emploie avec patience & à des doses souvent répétées ; enfin, si l'on avoit mieux apprécié l'action médicameuteuse de quelques sels qu'on n'emploie jamais seuls, & qui se trouvent souvent dissous dans les eaux minérales (1), on n'au-

(1) Ces sels sont le sel marin calcaire & le sel marin de magnésie. Leur saveur forte & leur extrême dissolubilité annoncent qu'ils doivent avoir beaucoup d'énergie sur les solides & les fluides du corps humain. C'est en raison de leur mélange que le sel de gabelle a une

roit sans doute pas avancé cette opinion aussi généralement qu'on l'a fait depuis quelque tems. Il semble cependant que c'est à mesure que la chimie fait de plus grands progrès, & qu'elle devient de jour en jour plus capable d'éclairer la pratique sur l'usage des eaux, que quelques personnes s'efforcent d'en rejeter les secours avec plus d'opiniâtreté, & croient même pouvoir avancer que cette science est tout-à-fait inutile à l'art de guérir. Les compagnies savantes se sont toujours garanties de cette erreur. L'analyse des eaux minérales leur ayant paru très-importante pour la médecine, elles ont chargé plusieurs de leurs membres de se livrer à ce travail avec tout le soin qu'il exigeoit.

Telle a été l'origine des premières découvertes faites en ce genre, & consignées dans les mémoires de l'académie royale des sciences. Cependant l'histoire de l'art sur cette partie, ne nous offre que des progrès lents en comparaison de la marche rapide de la chimie depuis plusieurs années. En effet, quoique des découvertes sans nombre aient changé notu-

action irritante, purgative & incisive, plus énergique que le sel marin purifié.

vement la face de cette science, quoique depuis quinze ans elle ait fait plus de pas vers son avancement qu'elle n'en avoit fait pendant les deux siècles qui l'ont vu naître, tous les chimistes conviennent que l'analyse des eaux minérales est encore loin de ce degré de précision auquel on conçoit qu'elle pourra un jour parvenir. La société royale de médecine convaincue de cette vérité, a engagé les médecins & tous les chimistes en général à s'occuper de cet objet, & elle a déjà reçu plusieurs mémoires qui lui font espérer que ses intentions seront remplies. C'est pour concourir à ses vues, que j'ai entrepris sur les eaux minérales considérées chimiquement, un travail suivi, dont le mémoire que je présente doit faire partie.

Les meilleurs chimistes ont toujours regardé l'usage des réactifs comme un moyen très-incertain pour découvrir les principes des eaux minérales ; ils se sont fondés sur ce que leur action n'indique pas d'une manière bien exacte la nature des matières qui y sont tenues en dissolution ; sur ce qu'on ignore souvent quelle est la cause des changemens qui arrivent dans ces fluides, par leur mélange. En effet, les matières salines que l'on emploie ordinairement dans cette analyse, sont susceptibles de

produire dans les eaux un grand nombre de phénomènes, sur lesquels il est quelquefois fort difficile de prononcer ; aussi la plupart de ceux qui se sont livrés à ce genre de travail n'ont-ils eu que peu de confiance dans l'administration des réactifs. Ils ont pensé que l'évaporation fournissoit un moyen beaucoup plus sûr de reconnoître la nature & la quantité des principes des eaux minérales.

Cependant on ne sauroit douter aujourd'hui que la chaleur nécessaire pour cette opération, quelque foible qu'elle soit, ne puisse produire des altérations sensibles dans leurs principes ; la perte des matières gazeuses, qui sont souvent un des principaux agens des eaux minérales, change singulièrement leur nature, & produit, outre la précipitation de plusieurs corps qui ne devoient leur solubilité qu'à la présence de ces substances volatiles, une réaction entre les autres matières fixes, qui en altère les propriétés. Les phénomènes des doubles décompositions que la chaleur est capable d'opérer entre des corps qui ne s'altèrent point dans l'eau froide, ne seront appréciés qu'après une longue suite d'expériences, sur lesquelles on n'a encore que des aperçus. Sans entrer dans de plus longs détails, il suffira que cette

assertion soit démontrée aux yeux de tous les chimistes, pour convaincre qu'il ne faut pas s'en rapporter entièrement à l'évaporation. Ne reste-t-il donc point de moyen de reconnoître la nature particulière des substances tenues en dissolution dans les eaux, sans avoir recours à la chaleur ; & les connoissances exactes dont les travaux des modernes ont enrichi la chimie ne fournissent-elles pas quelque procédé pour corriger les erreurs qui peuvent naître de l'évaporation ? Je me propose de démontrer dans ces recherches, 1°. que les réactifs sont capables de remplir ces vues, si toutefois l'on ne met en usage que ceux dont la nature & les propriétés sont parfaitement connues ; 2°. que ces substances employées d'une manière particulière, loin de donner lieu à des erreurs, sont au contraire capables de fournir des résultats sur lesquels on ne peut élever le moindre doute.

Avant d'entrer en matière, il est important de faire quelques observations.

1°. Comme ces recherches font partie d'un travail étendu sur les eaux minérales, je dois prévenir que je me bornerai à l'examen des réactifs les plus utiles & les plus importants.

2°. Les expériences qui m'ont conduit à

adopter l'opinion que je vais présenter, étant très-nombreuses, j'en réserverai les détails pour l'ensemble du travail que j'ai indiqué, & je ne citerai que celles qui sont nécessaires à l'intelligence de ce mémoire.

3°. Je me ferai un devoir d'indiquer plusieurs faits consignés dans les ouvrages les plus modernes, soit parce qu'ils ne sont point encore assez répandus, soit parce qu'ils viennent à l'appui de la vérité que je desire répandre.

Parmi le nombre considérable de réactifs que l'on a mis en usage pour l'analyse des eaux minérales, ceux dont on doit attendre le plus de lumières sont la teinture de tournesol, le syrop de violettes, l'eau de chaux, l'alkali fixe caustique, l'alkali volatil caustique, l'huile de vitriol, l'acide nitreux, la lessive saturée de la partie colorante du bleu de Prusse, la teinture spiritueuse de la noix de galle & les dissolutions nitreuses de mercure & d'argent. M. BERGMAN y joint le papier coloré par la teinture aqueuse de fernambouc, qui devient bleu par les alkalis ; la teinture aqueuse de *terra merita* que les mêmes sels font passer au rouge brun ; l'acide du sucre pour indiquer la présence de la plus petite quantité possible de chaux ; le sel marin à base de terre pesante

pour faire reconnoître la plus petite dose d'acide vitriolique, & plusieurs autres qui ont été proposés par la plupart des chimistes. Mais ceux que nous avons indiqués suffisent pour toutes les substances contenues dans les eaux minérales ; l'usage de quelques-uns de ces réactifs est si familier & si connu des chimistes, que je n'ajouterai rien, ou au moins que fort peu de chose à ce qu'en ont dit MM. MACQUER, MONNET & BERGMAN. Tels sont la teinture de tournesol, le syrop de violette, l'acide vitriolique & la noix de galle, dont je n'examinerai que les deux derniers. Quant aux autres, comme leur nature & les altérations qu'ils produisent dans les eaux, n'ont pas été aussi bien appréciées, c'est de leur état & des différentes décompositions qu'ils opèrent, que je vais m'occuper.

J'observerai d'abord que s'il est nécessaire de n'employer dans les recherches de chimie que des matières bien pures, c'est sur-tout pour l'analyse des eaux que cette attention est indispensable. Sans cette précaution on ne peut compter sur aucun résultat, & l'on risque d'attribuer aux principes contenus dans les eaux, des phénomènes qui ne sont dus qu'aux matières impures que l'on emploie.

§. I. *De l'eau de chaux.*

L'eau de chaux est très-utile pour l'analyse des eaux minérales, quoique peu de chimistes en aient fait une mention expresse dans leurs ouvrages. Ce fluide décompose les sels métalliques, sur-tout le vitriol martial dont il précipite le fer. Il sépare la magnésie des acides vitriolique & marin, auxquels cette substance salino-terreuse se trouve fréquemment unie dans les eaux, & peut aussi indiquer par la précipitation la présence de l'acide craieux. M. GIOANETTI, médecin de Turin, en a même fait un usage fort ingénieux pour reconnoître la quantité d'acide craieux contenue dans les eaux de Saint-Vincent. Après avoir observé que le volume de cet acide, d'après lequel on a toujours jugé sa quantité, peut varier suivant la température de l'atmosphère, ce chimiste a mêlé neuf parties d'eau de chaux avec deux parties d'eau de Saint-Vincent. Il a pesé exactement la terre calcaire formée par le transport de l'acide craieux de l'eau minérale sur la chaux, & il a trouvé (d'après le calcul de M. JACQUIN qui démontre l'existence de 13 onces de cet acide dans 32 onces de craie), que cette eau

minérale en contenoit un peu plus de 15 grains. Cependant comme l'eau de chaux peut s'emparer également de l'acide craieux combiné à l'alkali fixe des eaux, que de celui qui y est libre, M. GIOANNETTI, pour connoître exactement la quantité de ce dernier, a répété cette opération sur de l'eau privée de l'acide craieux libre par l'ébullition, & en comparant cette expérience à celle qu'il avoit faite sur de l'eau froide & surchargée de gaz, il est parvenu à connoître la quantité d'acide craieux libre & celle de cet acide unie à l'alkali fixe ; l'eau de chaux pourra donc être employée avec succès, suivant ces procédés, pour déterminer d'une manière exacte la quantité d'acide craieux libre contenu dans une eau minérale gazeuse.

§. II. *De l'alkali fixe.*

Une des principales raisons qui ont engagé les chimistes à regarder comme très-infidèle l'action des réactifs, c'est que ces matières peuvent indiquer plusieurs substances différentes tenues en dissolution dans les eaux, & qu'il est alors difficile de savoir exactement l'effet qu'ils produisent. Cette vérité est sur-tout relative à l'alkali fixe considéré comme réactif, puisque ce sel décompose tous les sels formés

par l'union des acides avec la terre alumineuse, la magnésie, la chaux & les matières métalliques. Lorsque l'alkali précipite une eau minérale, on ne peut donc pas connoître par la seule inspection du dépôt la nature du sel terreux décomposé dans cette expérience. Son effet est encore d'autant plus incertain qu'on emploie ordinairement l'alkali fixe effervescent ou saturé d'acide craieux, & que l'action de cet acide est susceptible de produire sur les principes des eaux plusieurs effets que ne produiroit point l'alkali fixe pur; dans cette vue, je me fers de l'alkali fixe caustique très-pur. Il a d'ailleurs un avantage que ne présente point l'alkali effervescent, c'est celui d'indiquer la présence de la craie dissoute dans une eau gazeuse à la faveur de l'acide craieux surabondant : comme il se combine à cette portion d'acide libre, la craie se précipite à mesure que cette combinaison a lieu. Je me suis assuré de ce fait en versant de la lessive des savoniers récemment préparée dans une eau gazeuse artificielle qui tenoit de la craie en dissolution. Cette dernière substance s'est précipitée à mesure que l'alkali fixe caustique s'est emparé de l'acide craieux qui la rendoit dissoluble. En évaporant à siccité l'eau filtrée,

j'ai obtenu du sel de soude faisant une très-vive effervescence avec l'esprit de vitriol. Pour que cette expérience réussisse, il faut que la lessive soit très-caustique, & que l'eau gazeuse soit le plus chargée de craie qu'il est possible. L'alkali fixe caustique peut encore occasionner un précipité dans les eaux minérales, sans qu'il soit dû à des sels terreux, il suffit qu'elles contiennent un sel neutre moins dissoluble que lui, & qu'il soit capable de séparer de ce fluide, comme le fait l'esprit-de-vin. M. GIOANETTI a observé ce phénomène dans les eaux de Saint-Vincent. Il est d'ailleurs facile de s'en convaincre en versant de l'alkali caustique sur une dissolution de tartre vitriolé ou de sel marin; ces deux sels sont bientôt précipités. Quant à la nature de l'alkali, je pense qu'il faut se servir d'alkali minéral dans l'analyse des eaux, parce que le végétal ayant plus d'affinité que lui avec les acides d'après M. BERGMAN, pourroit décomposer le sel de GLAUBER ou le sel marin contenu si fréquemment dans les eaux, & donner ensuite du tartre vitriolé ou du sel fébrifuge de SYLVIVS qui n'y existoit point auparavant.

§. III. *De l'alkali volatil.*

L'alkali volatil caustique est en général moins

ſuſceptible d'erreur , lorsqu'on le mêle aux eaux minérales, parce qu'il ne décompoſe que les ſels terreux à baſe de terre aluminéuſe & de magnéſie , & qu'il ne précipite point les ſels calcaires ; mais il eſt important de faire deux obſervations ſur cet objet. La première, c'eſt qu'il faut avoir de l'alkali volatil très-cauſtique , & qui ne contienne pas un atôme d'acide ; ſans cette précaution , il décompoſe les ſels à baſe de chaux par une double affinité. La ſeconde , c'eſt qu'il ne faut point laiſſer ce mélange expoſé à l'air , lorsqu'on veut connoître ſon action pluſieurs heures après qu'il a été fait , parce que , comme l'a très-bien obſervé M. GIOANETTI , ce ſel ſ'empare en très-peu de tems de l'acide craieux de l'atmoſphère & devient alors capable de décompoſer les ſels calcaires. Pour détruire tous les doutes ſur cet objet , j'ai fait les expériences ſuivantes.

Après avoir diſſous dans de l'eau diſtillée quelques grains de ſélénite faite avec du ſpath calcaire transparent & de l'eſprit de vitriol (précaution indiſpenſable, parce que la craie ou blanc d'Eſpagne contient de la magnéſie auſſi bien que l'eau de rivière), j'ai ſéparé cette diſſolution en deux portions. J'ai verſé dans

la première quelques gouttes d'esprit alkali volatil très-récent & très-caustique. J'ai mis ce mélange dans un flacon bien bouché ; au bout de vingt-quatre & quarante-huit heures , il étoit clair & transparent sans aucun dépôt , il n'y avoit donc point de décomposition. La seconde portion a été traitée de même avec l'esprit alkali volatil , mais mise dans un vaisseau dont la large ouverture communiquoit avec l'air. Au bout de quelques heures , il s'y étoit formé à la partie supérieure un nuage qui a augmenté d'épaisseur , & qui s'est enfin précipité ; ce dépôt faisoit effervescence avec l'esprit de vitriol , & formoit de la sélénite ; l'acide craieux qu'il contenoit avoit donc été fourni par l'alkali volatil qui l'avoit attiré de l'atmosphère. Enfin, pour assurer davantage l'étiologie de cette seconde expérience , j'ai pris la première portion unie à l'alkali volatil caustique , & qui ayant été conservée dans un vaisseau fermé , n'avoit rien perdu de sa transparence. J'ai renversé le flacon qui la contenoit sur l'entonnoir d'un très-petit appareil pneumato-chimique , & j'y ai fait passer à l'aide d'un syphon le gaz acide craieux dégagé de l'alkali fixe effervescent par l'esprit de vitriol ; à mesure que les bulles de cet acide traver-

soient le mélange, il s'est troublé comme le fait l'eau de chaux. On a filtré, on a trouvé de la craie sur le filtre, & l'eau évaporée a fourni du sel ammoniacal vitriolique. L'eau gazeuse ou l'esprit acide de la craie, a produit la même décomposition dans un autre mélange de sélénite pure & d'alkali volatil caustique. Cette expérience décisive prouve bien que ce n'est qu'à l'aide des doubles affinités, & par la présence de l'acide craieux, que l'alkali volatil peut décomposer la sélénite. On voit d'après cela que, lorsqu'on est obligé de conserver le mélange d'une eau minérale avec l'alkali volatil pendant plusieurs heures, ce qui est nécessaire, parce qu'il ne décompose certains sels terreux en petite quantité que très-lentement, on doit faire cette expérience dans un vaisseau qui puisse boucher exactement, afin d'empêcher le contact de l'air capable de donner un faux résultat.

- Cette précaution de défendre les mélanges du contact de l'air, est en général très-importante dans l'usage des réactifs : elle est d'ailleurs recommandée par M. BERGMAN & par le chimiste de Turin que je viens de citer.

- J'ajouterai encore une observation sur l'usage de l'alkali volatil. Comme il est assez

difficile d'avoir ce sel parfaitement caustique, & qu'il est absolument nécessaire qu'il soit tel pour l'analyse des eaux minérales, on peut, pour l'avoir dans cet état, employer un moyen fort simple, & que j'ai souvent mis en usage avec succès; c'est de verser un peu d'esprit alkali volatil dans une cornue, dont le bec plonge dans l'eau minérale; en chauffant légèrement la cornue, le gaz alkalin se dégage, passe très-caustique & sans la moindre portion d'acide craieux; s'il occasionne un précipité dans cette circonstance, c'est que l'eau minérale contient, ou du vitriol martial, ce qui se reconnoît constamment à la couleur du dépôt, ou des sels à base de terre alumineuse & de magnésie. Il est assez difficile de prononcer par les apparences physiques du précipité terreux produit dans une eau par l'alkali volatil caustique, à laquelle de ces deux bases on doit l'attribuer; cependant la manière dont il se forme peut faire soupçonner quel est son caractère. J'ai observé qu'en dissolvant six grains de sel d'Epsem dans quatre onces d'eau distillée; & six grains d'alun dans égale quantité de ce fluide, & faisant passer dans chacune de ces dissolutions un peu de gaz alkalin, celle du sel d'Epsem s'est troublée sur-le-champ, tandis que

celle de l'alun n'a commencé à se précipiter que vingt minutes après. J'ai fait ces mélanges dans des flacons très-bien bouchés. Le même phénomène a eu lieu avec les sels nitreux & marin de magnésie & de terre alumineuse, dissous à quantité égale dans de l'eau distillée. En général les sels à base de magnésie sont infiniment plus communs dans les eaux, que ceux à base de terre alumineuse. Je ne dois pas oublier d'indiquer un fait observé par M. BERGMAN, c'est que l'alkali volatil est susceptible de former avec le vitriol de magnésie ou le sel d'Epsom, un composé dans lequel une portion de ce sel terreux est combiné avec une portion de sel ammoniacal secret de GLAUBER. La même chose paroît avoir lieu pour les sels nitreux & marin à base de magnésie. Cet alkali ne précipite donc qu'une partie de cette terre, & ne peut indiquer exactement la quantité des sels neutres dont elle est la base ; aussi l'eau de chaux me paroît-elle préférable pour reconnoître la dose des sels à base de magnésie contenus dans les eaux minérales. Elle a aussi la propriété de précipiter les sels à base de terre alumineuse beaucoup plus abondamment & plus promptement que ne le fait le gaz alkalin.

§. IV. *De l'acide vitriolique.*

L'acide vitriolique précipite en blanc mat une eau qui contient de la terre pesante, suivant M. BERGMAN ; mais comme d'après ce même chimiste, cette terre ne se trouve que très-rarement dans les eaux minérales, je dois passer aux autres effets de ce réactif ; lorsqu'il produit des bulles dans une eau, il indique la présence de la craie, de l'alkali fixé craieux ou de l'acide craieux pur. On peut distinguer chacune de ces substances par quelques phénomènes particuliers ; si l'on fait chauffer une eau chargée de craie dans laquelle on a versé de l'acide vitriolique, il se forme promptement une pellicule & un dépôt séléniteux, ce qui n'arrive point dans les eaux simplement alkalines ; il sembleroit au premier coup d'œil, que la sélénite devoit se précipiter dès que l'on verse l'acide vitriolique dans une eau craieuse ; cependant il est très-rare que cela arrive sans le secours de la chaleur, parce que ces eaux contiennent le plus souvent de l'acide craieux surabondant qui favorise la dissolution de la sélénite, & qu'il est nécessaire de les priver de cet acide avant que ce sel puisse s'en séparer. On peut se convaincre de ce fait

en jettant quelques gouttes d'acide vitriolique concentré dans une certaine quantité d'eau de chaux précipitée & éclaircie ensuite par l'acide craieux. Si l'eau de chaux étoit très-chargée de terre calcaire régénérée, il se forme un précipité séléniteux au bout de quelques minutes ou plus lentement & à mesure que l'acide craieux libre s'en sépare. Si elle ne précipite pas par le simple repos, ce qui arrive, lorsque l'eau est peu chargée de terre & contient beaucoup d'acide surabondant, il suffit de la chauffer légèrement pour qu'il se forme un précipité qui est véritablement séléniteux.

§. V. *De l'esprit de nitre.*

L'esprit de nitre concentré est recommandé par M. BERGMAN pour précipiter les eaux hépatiques ou sulfureuses ; ces eaux doivent leur odeur, leur saveur & leurs propriétés à un gaz inflammable d'une nature particulière, que ce célèbre chimiste a nommé hépatique, parce qu'on le retire en grande quantité du foie de soufre. Ce gaz qui est dissoluble dans l'eau, retient une petite portion de soufre très-divisé, mais qui n'y est point dissous par l'alkali. Voilà pourquoi la plupart des acides ne le précipitent point, & pourquoi l'on n'imitoit

qu'imparfaitement ces eaux par la dissolution de foie de soufre. Avant M. BERGMAN, M. MONNET avoit cependant observé que les eaux sulfureuses ne contenoient que la vapeur du foie de soufre. M. ROUELLE le jeune avoit approché encore plus de la découverte du chimiste d'Upsal, puisqu'il avoit imité les eaux sulfureuses, en chargeant de l'eau de la vapeur du foie de soufre. Il est donc singulier que, dans un ouvrage publié depuis ces deux chimistes, sur l'art d'imiter les eaux minérales, on donne encore le procédé de la dissolution des différens foies de soufre dans l'eau distillée, pour imiter les eaux sulfureuses. Il paroît que son auteur n'a pas eu connoissance de la dissertation de M. BERGMAN sur les eaux médicinales chaudes artificielles, ni de ses expériences sur les produits volcanisés, insérées dans le journal de physique, & dans lesquelles il parle assez en détail du gaz hépatique. Sans adopter la théorie de M. BERGMAN, qui regarde le gaz hépatique comme du soufre mis dans l'état gazeux par la chaleur & le phlogistique ; sans penser avec lui que l'esprit de nitre en précipite le soufre en s'emparant du phlogistique, & en dégagant la chaleur, j'ai cru devoir faire mention de ce moyen,

très-utile pour reconnoître la présence du soufre dans les eaux sulfureuses ou hépatiques. Pour s'assurer de ce fait, il suffit de verser quelques gouttes d'esprit de nitre fumant sur de l'eau distillée, dans laquelle on a reçu, à l'appareil pneumato-chimique, le gaz qui se dégage du foie de soufre caustique chauffé dans une cornue ; cette eau hépatique artificielle, qui diffère légèrement des eaux sulfureuses, en ce qu'elle est difficile à filtrer, & qu'elle paroît toujours un peu louche, donne en quelques instans un précipité avec l'acide nitreux. Ce précipité est d'un blanc jaunâtre ; recueilli sur un filtre, & séché, il brûle avec la flamme & l'odeur propre au soufre, dont il a tous les caractères. Il paroît que l'esprit de nitre agit sur le gaz hépatique, comme il le fait sur toutes les matières inflammables, à l'aide de la grande quantité d'air pur qu'il contient, puisque d'après les expériences de M. BERGMAN, ce gaz est décomposé par le contact de l'air, ainsi qu'on l'observe aux voûtes des eaux d'Aix-la-Chapelle. Si l'esprit de nitre est le seul qui jouisse de cette propriété, c'est qu'il est celui de tous qui adhère le moins à l'air qui le constitue. C'est par la même raison qu'il agit en général avec tant de rapidité sur toutes les

matières combustibles, & qu'il les réduit à l'état de corps brûlés beaucoup plus promptement que les autres acides.

§. VI. *De l'alkali prussien.*

Aucun réactif n'est encore moins connu relativement à sa manière d'agir, & moins certain pour son usage, que l'alkali phlogistique. Il y a long-tems que les chimistes se sont apperçus que cette liqueur, préparée avec du sang de bœuf, contenoit du bleu de Prusse tout formé. On a cru qu'on pourroit en séparer ce bleu à l'aide d'un acide, & on l'a proposé dans cet état comme une substance capable de démontrer le fer existant dans les eaux minérales. Feu M. BUCQUET qui avoit précipité par un acide de l'alkali phlogistique, observa qu'il contenoit encore du bleu de Prusse : cette partie colorante ayant été séparée par le filtre, l'alkali en déposoit de nouveau, & il a été filtré plus de vingt fois dans l'espace de deux années, sans être totalement privé de bleu de Prusse. Je conserve cette liqueur, préparée depuis six années, elle a encore une belle couleur bleue ; & j'ai eu occasion d'observer deux fois, depuis M. BUCQUET, ce phénomène sur de l'alkali phlogistique précipité par l'acide

vitriolique. La partie colorante du bleu de Prusse seroit-elle toute contenue dans la lessive phlogistiquée, comme le soupçonnoit M. BUCQUET, & comme l'a dit après lui M. BAUNACH? Quoi qu'il en soit, on doit bannir cette lessive de l'usage des réactifs. M. MACQUER, d'après sa brillante découverte sur la décomposition du bleu de Prusse par les alkalis, a proposé la liqueur saturée de la matière colorante de ce bleu, pour reconnoître la présence du fer dans les eaux minérales; cependant comme cette liqueur contient encore un peu de bleu de Prusse, que l'on peut en séparer par un acide, ainsi que M. MACQUER l'a indiqué, M. BAUMÉ conseille d'ajouter à cet alkali prussien deux ou trois onces de vinaigre distillé, par livre; de le faire digérer à une douce chaleur jusqu'à ce que tout le bleu de Prusse soit précipité: alors on y verse de l'alkali fixe pur, pour saturer l'acide du vinaigre. Malgré ce procédé très-ingénieux, nous avons eu occasion d'observer, M. BUCQUET & moi, que cet alkali prussien, purifié par le vinaigre, laissoit déposer du bleu de Prusse à la longue, & sur-tout par l'évaporation. M. GIOANETTI, que j'ai déjà eu plusieurs fois occasion de citer avec éloge, a fait la même observation, en évaporant à

siccité l'alkali prussien purifié par la méthode de M. BAUMÉ. Il a proposé deux moyens pour obtenir cette liqueur plus pure, & totalement exempte de fer ; il conseille dans l'un, de surcharger l'alkali prussien de vinaigre distillé, de l'évaporer jusqu'à siccité à une douce chaleur, de dissoudre la masse restante dans de l'eau distillée, & de filtrer cette dissolution. Tout le bleu de Prusse reste sur le filtre, & la liqueur n'en contient plus. L'autre consiste à neutraliser cet alkali avec une dissolution d'alun ; on le filtre, & on en sépare le tartre vitriolé par l'évaporation. Le repos, les acides purs & l'évaporation ne décèlent pas un atôme de bleu de Prusse dans ces deux liqueurs, suivant M. GIOANETTI.

On a aussi proposé l'alkali volatil saturé de la matière colorante du bleu de Prusse qui a les mêmes inconvéniens, & qu'on peut purifier de même que les précédens.

Dans une suite d'expériences sur la décoloration du bleu de Prusse par différens intermédiaires que j'ai eu occasion de faire cette année, je me suis apperçu que l'eau de chaux a la propriété de dissoudre la partie colorante de ce bleu comme les alkalis. En mettant une livre d'eau de chaux sur deux gros de
ce

ce bleu de Prusse du commerce, il se produit dans l'instant du mélange un petit bruit semblable à la fracture de quelque verre mince ou à une légère décrépitation saline; ce bruit qui ne dépend que de l'écartement subit des couches dont chaque petit morceau de bleu de Prusse est composé, se fait entendre de même lorsqu'on mêle les différens alkalis avec ce bleu en masse; mais si l'on emploie cette substance porphirisée, on n'observe plus rien de semblable; la chaux ne paroît pas décolorer ce bleu à froid. J'ai fait chauffer ce mélange, l'eau de chaux est devenue d'un jaune verdâtre, il s'en dégageoit une odeur fade de lessive animale, une portion du bleu a été décolorée. Une livre d'eau de chaux peut décolorer près de deux gros de bleu de Prusse le plus foncé & le plus riche en couleur. Cette eau de chaux saturée & filtrée étoit d'un jaune doré; elle n'avoit plus de saveur âcre; elle ne verdissoit plus le sirop de violette; l'acide craieux ne la précipitoit point; les trois acides minéraux très-purs, le vinaigre distillé, n'y ont occasionné aucune espèce de dépôt, & en quarante-huit heures sa couleur n'a passé ni au vert, ni au bleu. En la versant sur une dissolution de vitriol martial, elle a formé sur

le-champ un bleu de Prusse très-beau & qui n'a pas eu besoin d'être avivé. Il semble par ces détails que l'eau de chaux saturée de la partie colorante prussienne, a sur toutes les autres substances alcalines saturées de la même matière l'avantage de ne point contenir de bleu de Prusse, puisque les acides n'en séparent pas la plus petite molécule. Ce phénomène dépend sans doute de ce que la chaux n'a pas d'action sur le fer comme les alkalis; c'est donc une liqueur d'épreuve préférable aux alkalis prussiens ordinaires. Elle me paroît très-propre à faire reconnoître les eaux martiales vitrioliques ou gazeuses, car le gaz qui tient souvent le fer en dissolution dans les eaux étant de nature acide, décompose aussi complètement les lessives prussiennes à l'aide des doubles affinités, que le fait le vitriol martial.

J'ai obtenu une pareille lessive prussienne avec une dissolution de magnésie; elle ne contenoit pas non plus de bleu de Prusse en dissolution, parce que la magnésie a encore moins d'action sur le fer que la chaux; mais, comme cette substance salino-terreuse n'est presque pas soluble dans l'eau, elle ne dissout que très-peu de la partie colorante, aussi ne donne-t-elle qu'une légère couleur bleue avec

une dissolution de vitriol martial ; les acides purs n'en précipitent pas un atôme de bleu ; elle n'est pas assez sensible pour être employée avec succès dans l'examen des eaux minérales. Cette expérience prouve seulement que la magnésie est susceptible de dissoudre la partie colorante du bleu de Prusse comme les alkalis & la chaux.

§. VII. *De la noix de galle.*

La noix de galle ainsi que toutes les substances végétales, acerbés & astringentes, comme les écorces de chêne, d'aune, de quinquina, les fruits de cyprès, le brou de noix, &c. ont la propriété de précipiter les dissolutions de fer, & de donner à ce métal différens degrés de couleurs suivant sa quantité, son état & celui de l'eau qui le tient en dissolution. Cette couleur offre un grand nombre de nuances qui s'étendent depuis un rose pâle jusqu'au noir le plus foncé. On a reconnu que la couleur pourpre que les eaux prennent avec la teinture de noix de galle n'est point un indice que le fer y est contenu dans son état métallique, comme l'avoit cru M. MONNET, puisque le vitriol martial & le fer uni à l'acide craieus que j'appelle craie martiale,

font également colorés en pourpre par ce réactif. C'est plutôt la quantité du fer, son adhérence plus ou moins forte à l'eau & l'état de décomposition plus ou moins avancée de cette dissolution, qui occasionnent les différences de couleur que l'on observe dans ces précipitations, comme l'a indiqué l'auteur des essais sur l'art d'imiter les eaux minérales. Au reste, quoique ce réactif soit connu & employé avec succès dans l'analyse des eaux depuis que DUCLOS l'a proposé en 1667; quoique MM. MACQUER, MONNET & les chimistes de l'Académie de Dijon aient fait une belle suite d'expériences sur la noix de galle, la nature du principe astringent n'est pas encore connue. On peut seulement soupçonner que c'est une espèce d'acide particulier, puisqu'il s'unit aux alkalis, & rougit les couleurs bleues végétales.

Pour reconnoître la présence du fer dans une eau minérale, on emploie la noix de galle en poudre, son infusion faite à froid, & sa teinture par l'esprit-de-vin. Cette dernière doit être préférée, parce qu'elle est beaucoup moins altérable que la dissolution dans l'eau qui est sujette à se moisir; ce qu'il y a de plus singulier, c'est que les produits de la noix de galle distillée colorent aussi les dis-

solutions martiales ; ses combinaisons avec les acides, les alkalis, les huiles & l'éther présentent le même phénomène. Le fer que cette matière précipite des acides, est dans un état peu connu. Il forme une espèce de sel neutre qui n'est pas attirable à l'aimant quoique très-noir. Il se dissout lentement & sans effervescence sensible dans les acides. Il perd ses propriétés par l'action du feu, & devient attirable. La noix de galle est un réactif si sensible, qu'une seule goutte de sa teinture colore en pourpre dans l'espace de cinq minutes, une eau qui ne contient qu'un vingt-quatrième de grain de vitriol martial sur près de trois pintes.

§. VIII. *De la dissolution d'argent dans l'acide nitreux.*

Les deux derniers réactifs que je me propose d'examiner, sont les dissolutions d'argent & de mercure par l'acide nitreux. On a coutume de les employer pour connoître la présence des acides vitriolique ou marin dans les eaux minérales. Les stries blanches & pesantes que la dissolution d'argent occasionne dans une eau qui ne tient qu'un demi-grain de sel marin par pinte, annoncent assez sûrement l'aci-

de de ce sel ; mais cette dissolution n'indique pas de même la présence de l'acide vitriolique, puisque, suivant l'estimation de M. BERGMAN, il faut au moins trente grains de sel de GLAUBER par pinte, pour qu'elle y produise sur-le-champ un effet sensible. L'alkali fixe, la craie, la magnésie peuvent précipiter d'une manière beaucoup plus marquée la dissolution nitreuse d'argent. Ainsi, le phénomène de la précipitation d'une eau minérale à l'aide de cette dissolution, ne peut donc pas servir à déterminer d'une manière précise la substance saline ou terreuse à laquelle elle est due.

§. IX. *De la dissolution de mercure dans l'acide nitreux.*

La dissolution de mercure par l'acide nitreux est encore plus susceptible d'erreurs que la précédente ; on l'emploie comme elle pour reconnoître les acides vitriolique & marin dans les eaux ; cependant elle est aussi précipitée par l'alkali fixe craieux, par la chaux & par la magnésie en une poudre jaunâtre, qui peut tromper en annonçant l'effet de l'acide vitriolique ; on croit communément que le précipité blanc très-abondant qu'elle forme, est dû à la présence du sel marin ; mais les

mucilages & les substances extractives présentent le même phénomène comme le savent aujourd'hui tous les chimistes.

L'état de cette dissolution peut encore donner naissance à des incertitudes sur lesquelles il est très-important d'être prévenu pour ne pas commettre des fautes graves dans l'analyse des eaux. Comme elle est quelquefois susceptible d'être décomposée par l'eau pure, ainsi que l'a remarqué M. MONNET, j'ai cru devoir m'occuper de rechercher la cause & les variations de ce phénomène.

Pour remplir cet objet, j'ai fait un grand nombre de dissolutions de mercure dans de l'acide nitreux bien pur, en différentes doses, à froid, ou à différens degrés de chaleur & en employant des acides de forces très-variées. Ces expériences m'ont fourni les résultats suivans.

1°. Les dissolutions faites à froid se chargent plus ou moins promptement d'une quantité de mercure différente suivant le degré de concentration de l'acide nitreux; mais quelque quantité de ce métal qu'ait ainsi dissoute à froid un acide nitreux concentré, cette dissolution ne précipite jamais par l'eau. J'ai dis-

fous à froid deux gros & demi de mercure dans deux gros d'esprit de nitre fumant pesant une once quatre gros cinq grains dans une bouteille qui tenoit une once d'eau distillée, la combinaison s'est faite avec une rapidité singulière. Il s'est perdu en gaz nitreux très-épais, & en vapeurs aqueuses dissipées par la chaleur du mélange plus du quart de l'acide. Cette dissolution étoit d'un vert foncé très-transparent, j'en ai versé quelques gouttes dans une demi-once d'eau distillée, il s'y est formé quelques stries blanchâtres qui se sont dissoutes par l'agitation, & n'ont pas donné de précipité; c'est cependant la dissolution la plus chargée que j'aie pu faire à froid, celle qui présente le plus d'effervescence, de mouvement & de vapeurs rutilantes. Comme elle avoit déposé des cristaux, j'ai ajouté deux onces d'eau distillée qui ont dissous le tout sans apparence de précipitation; à plus forte raison celle que l'on fait à froid avec de l'acide nitreux foible & la moitié de leur poids de mercure, ne seront-elles jamais précipitées par l'eau, & pourront-elles être employées avec succès pour l'analyse des eaux minérales.

2°. Quelque foible que soit l'acide nitreux, si on le chauffe fortement sur du mercure,

il en dissoudra une plus grande quantité que l'acide le plus concentré ne le fera à froid; la dissolution légèrement colorée en jaune, paroîtra grasse & épaisse; elle laissera précipiter par le repos une masse informe jaunâtre qu'on peut changer en beau turbith à l'aide de l'eau bouillante. Cette dissolution versée dans de l'eau distillée, y forme un précipité très-abondant. Une dissolution faite à froid offrira le même résultat, si on la chauffe fortement, & si on en dégage beaucoup de gaz nitreux. On doit bannir ces dissolutions chauffées de l'analyse des eaux minérales, puisqu'elles sont décomposées par l'eau distillée. Il est étonnant que M. BERGMAN, qui a si bien détaillé les précipités différens que les dissolutions de mercure faites à froid ou à chaud, donnent avec les alkalis, la chaux, &c. n'ait pas dit un mot de la propriété qu'a cette dernière d'être décomposée par l'eau.

3°. Il paroît que ces deux espèces de dissolution ne diffèrent l'une de l'autre que par l'état de l'acide & sur-tout par la quantité de chaux de mercure beaucoup plus grande dans celle qui précipite par l'eau, que dans celle qui n'est point décomposable par ce fluide. J'ai démontré cette vérité en évaporant compara-

tivement quantité égale de l'une & de l'autre de ces dissolutions dans des phioles à médecine pour les réduire en précipité rouge ; j'ai obtenu un quart de plus de cette chaux mercurielle de la dissolution qui précipite par l'eau que de celle qui ne précipite pas. La pesanteur spécifique m'a paru fournir un bon moyen d'indiquer la quantité respective de chaux de mercure contenue dans ces différentes liqueurs. J'ai comparé le poids d'un volume égal de trois dissolutions mercurielles nitreuses qui différoient entr'elles ; l'une qui ne précipitoit pas du tout dans l'eau distillée , & qui étoit le résultat de la première expérience citée plus haut, pesoit une once un gros 67 grains dans une bouteille qui contenoit juste une once d'eau distillée ; la seconde dissolution avoit été faite par une chaleur très-douce , & elle donnoit une légère couleur d'opale à l'eau distillée , sans produire un précipité bien marqué ; elle pesoit dans la même bouteille une once six gros 24 grains ; enfin une troisième dissolution mercurielle chauffée fortement , & qui précipitoit un vrai turbith minéral très-abondant par l'eau distillée , pesoit sous le même volume une once sept gros 25 grains.

4°. Pour confirmer davantage cette opinion,

il restoit une expérience décisive à faire. Si une dissolution de mercure ne précipite par l'eau qu'en raison de l'altération de son acide & de la grande quantité de chaux mercurielle dont elle est surchargée, elle doit perdre cette propriété par l'addition de nouvel acide nitreux non altéré. C'est aussi ce qui est arrivé en versant de l'eau forte sur une dissolution que l'eau décomposoit, bientôt elle a acquis la propriété de ne plus précipiter par ce fluide. M. MONNET a déjà indiqué ce moyen pour empêcher les cristaux de nitre mercuriel de se réduire en turbith par le contact de l'air: c'est par un procédé inverse & en volatilisant un des principes de l'acide, c'est-à-dire, le gaz nitreux d'une dissolution qui ne précipite pas par l'eau, qu'on la surcharge peu à peu de chaux mercurielle, & qu'on la rend conséquemment susceptible d'être décomposée par l'eau. On peut la remettre dans son premier état en lui restituant l'acide qu'elle a perdu pendant l'évaporation.

§. X. *De la manière d'employer les réactifs & de rendre leurs effets plus certains dans l'examen des eaux.*

Telles sont les différentes considérations

que j'ai cru devoir faire pour rendre moins incertaine l'action des réactifs sur les eaux ; mais quelque précision qu'on apporte dans ces recherches , si l'on ne peut disconvenir que chacun des réactifs est susceptible d'indiquer quatre ou cinq matières différentes dissoutes dans les eaux minérales, il restera toujours du doute sur le résultat de leur action. Parmi le grand nombre d'effets compliqués qu'ils peuvent produire, comment distinguer celui qui a lieu dans l'eau qu'on examine ? Comment savoir s'il est simple ou s'il est composé ? ces questions , quoique très - difficiles dans le tems où la chimie ne connoissoit pas toutes ses ressources, sont cependant de nature à être agitées aujourd'hui, & l'on peut même espérer d'y répondre.

La nature des réactifs étant beaucoup mieux connue qu'elle ne l'étoit il y a quelques années, & leur réaction sur les principes des eaux mieux appréciée , c'est déjà une forte présomption pour penser que leur usage peut être plus utile qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour. Pour prouver cette assertion, je propose de mêler plusieurs livres d'eau minérale avec chaque réactif, jusqu'à ce que ce dernier cesse de précipiter cette eau ; on laissera alors rassembler le

précipité pendant vingt-quatre heures dans un vaisseau exactement bouché; on filtrera le mélange, & l'on examinera, par les moyens connus, le dépôt resté sur le filtre après l'avoir fait sécher à l'étuve, & pesé. C'est ainsi qu'on parviendra à découvrir la substance sur laquelle a agi le réactif, & à déterminer la cause de la décomposition qu'il a opérée. Ce procédé de mêler les différens réactifs avec les eaux minérales à grande dose, & de rechercher ensuite la nature des précipités qui se sont formés, n'a encore été adopté en entier par aucun chimiste. M. BERGMAN a avancé qu'on pouvoit juger par le poids de ces précipités de la quantité des principes contenus dans les eaux. M. GIOANETTI a trouvé qu'il étoit possible de tirer un plus grand parti des réactifs qu'on ne l'avoit encore fait, & il a démontré cette vérité en précipitant plusieurs livres d'eau de Saint-Vincent par l'eau de chaux & par la noix de galle, & en faisant plusieurs expériences sur les dépôts. M. BAUMÉ a conseillé dans sa Chimie (T. III, p. 499, 500, 501) de saturer une certaine quantité d'eau minérale avec l'alkali fixe & les acides, de ramasser les précipités, & d'en examiner la nature. Quelques autres chimistes ont aussi em-

ployé cette méthode, mais toujours dans quelques vues particulières, & jamais personne n'a proposé de faire une analyse suivie des eaux minérales par ce moyen.

On pourra suivre un ordre marqué dans l'usage des réactifs en mêlant d'abord les eaux avec celles de ces substances qui sont le moins susceptibles de les altérer, & en passant ensuite à celles qui sont capables de produire des changemens plus variés & plus difficiles à apprécier. Voici ce que j'ai coutume de faire dans cette espèce d'analyse. Après avoir examiné la couleur, la saveur, la pesanteur, & toutes les autres propriétés physiques d'une eau minérale, je verse sur quatre livres de ce fluide une quantité égale d'eau de chaux; s'il ne se fait point de précipité en vingt-quatre heures, je suis sûr que cette eau ne contient ni acide craieux libre, ni alkali fixe craieux, ni sels à base de terre alumineuse ou magnésienne, ni sels métalliques; mais s'il se forme sur-le-champ ou peu-à-peu, un précipité, je filtre le mélange & j'examine les propriétés chimiques du dépôt; s'il n'a point de saveur, s'il est insoluble dans l'eau, s'il fait effervescence avec les acides, & s'il forme avec l'esprit de vitriol un sel insipide & très-peu soluble, je

conclus que c'est de la craie, & que la chaux ne s'est emparée que de l'acide craieux dissous dans l'eau ; si au contraire le précipité est peu abondant, s'il se rassemble difficilement, s'il ne fait point effervescence, s'il donne avec l'acide vitriolique un sel styptique ou amer & très-soluble, il est formé par la magnésie ou la terre alumineuse, & très-souvent par l'une & l'autre.

Après l'examen par l'eau de chaux, je verse sur quatre autres livres de la même eau minérale, un gros ou deux d'esprit alkalin volatil bien caustique ; ou j'y fais passer du gaz alkalin dégagé de cet esprit par la chaleur, jusqu'à ce que l'eau en soit impregnée ; je laisse le mélange en repos dans un vaisseau fermé pendant vingt-quatre heures ; alors s'il s'est formé un précipité qui ne peut être dû qu'à des sels martiaux ou à base de magnésie & de terre alumineuse, j'en recherche la nature par les différens moyens dont j'ai parlé plus haut ; mais l'action du gaz alkalin étant plus infidèle que celle de l'eau de chaux qui opère les mêmes décompositions que lui, on ne doit l'employer que comme un moyen auxiliaire.

Lorsque les sels à base de terre alumineuse ou de magnésie ont été découverts par l'eau

de chaux ou par le gaz alkalin, l'alkali minéral caustique sert à faire reconnoître ceux à base de chaux, tels que la sélénite & le sel marin calcaire. Pour cela il faut précipiter quelques livres de l'eau que l'on examine, par cet alkali en liqueur, jusqu'à ce qu'il ne la trouble plus. Comme il décompose aussi bien les sels à base de terre alumineuse & de magnésie, que ceux qui sont formés par la chaux, si le précipité ressemble par sa forme, sa couleur & sa quantité à celui que l'eau de chaux a donné, il est à présumer que l'eau minérale ne contient point de sels calcaires, & l'examen chimique de ce précipité sert à confirmer ou à détruire ce soupçon; mais si le mélange se trouble beaucoup plus que celui fait avec l'eau de chaux; si le dépôt est plus pesant, plus abondant, & se rassemble plus vite, il est alors plus vraisemblable qu'il contient de la chaux mêlée avec la magnésie ou la terre alumineuse. On s'en assure en traitant ce dépôt par les différens moyens que j'ai déjà indiqués, & que tout chimiste fait mettre en usage. Le fer qui peut être précipité par ces réactifs en même-tems que les substances salino-terreuses, est facile à reconnoître par sa couleur & sa saveur. D'ailleurs, pour trouver la dose & l'état de ce
métal

métal dans les eaux, je n'ai pas besoin d'insister sur la nécessité qu'il y a d'examiner en grand ces fluides par la noix de galle & l'eau de chaux saturée de la matière colorante du bleu de Prusse, puisqu'il est hors de doute que l'emploi des réactifs à grande dose est d'autant plus nécessaire que la quantité des matières dont on veut connoître la nature est plus petite dans les eaux.

C'est sur-tout avec les dissolutions d'argent & de mercure qu'il est avantageux d'opérer sur de grandes doses, afin de pouvoir déterminer la nature des acides que contiennent les eaux. La couleur, la forme, l'abondance des précipités produits par ces dissolutions dans les eaux minérales, ont indiqué jusqu'à ce jour aux chimistes la nature des acides vitriolique ou marin auxquels ils sont dus. Cependant comme ces deux acides se rencontrent fréquemment dans la même eau, comme l'alcali & la craie décomposent aussi ces dissolutions, on n'aura que des résultats incertains tant que l'on ne s'en rapportera qu'aux propriétés physiques des précipités. Il faut donc les examiner plus en détail. Pour cet effet, on doit mêler les dissolutions nitreuses d'argent & de mercure, avec cinq à six livres de l'eau

que l'on veut analyser ; filtrer les mélanges vingt-quatre heures après ; sécher les dépôts & les traiter par les procédés que l'art indique. En chauffant dans une cornue le précipité fait par la dissolution nitreuse de mercure , la portion de ce métal unie à l'acide marin des eaux , se volatilise en sublimé corrosif ou en mercure doux ; celle qui est combinée à l'acide vitriolique , reste au fond du vaisseau & offre une couleur rougeâtre. On peut encore reconnoître ces deux sels en exposant ce précipité sur un charbon ardent. Le vitriol de mercure , s'il y en a , exhale de l'acide sulfureux & se colore en rouge ; le sel marin mercuriel reste blanc & se volatilise ; enfin , la dissolubilité de ces deux sels mercuriels fournit un moyen de les séparer par le lavage d'avec la chaux de mercure qui auroit pu être précipitée par les substances alkalines contenues dans les eaux.

Les dépôts formés par la combinaison des eaux minérales avec la dissolution nitreuse d'argent peuvent être examinés & reconnus aussi facilement que les précédens. Le vitriol d'argent étant beaucoup plus soluble que la lune cornée , l'eau distillée sera employée avec succès pour les séparer. La lune cornée se re-

connoît à sa fixité, à sa fusibilité, & sur-tout à ce qu'elle est moins décomposable que le vitriol de lune; ce dernier mis sur les charbons exhale une odeur sulfureuse, & laisse une chaux d'argent que l'on peut fondre sans addition. Je ne parle point de tous les procédés que la chimie pourroit fournir pour reconnoître & séparer les deux sels lunaires dont je viens de faire mention, il me suffit d'en avoir indiqué quelques-uns.

Je terminerai ce mémoire en faisant observer que j'ai employé plusieurs fois cette méthode dans l'examen de plusieurs eaux minérales. Le succès que j'en ai obtenu m'a engagé à la présenter aux chimistes & aux médecins. Je serois trop récompensé si je pouvois espérer que ces recherches contribueront pour quelque chose à l'avancement de l'analyse des eaux qui passera toujours pour la partie la plus difficile de la chimie.



E X P O S É

D'une nouvelle manière d'expliquer à l'aide des nombres , la cause des décompositions opérées par les affinités doubles.

RIEN n'est plus important dans la chimie que la connoissance des affinités qui existent entre les différens corps naturels ; comme c'est cette force qui préside à toutes les opérations qu'on y pratique , elle doit aussi être pour beaucoup dans toutes les théories qu'on propose , & dans l'exposition des faits qu'on décrit. On ne sauroit donc être trop clair & trop détaillé sur les phénomènes que l'affinité présente , lorsqu'elle s'exerce entre les diverses matières mises en contact les unes avec les autres ; c'étoit pour remplir , autant qu'il étoit en moi , cet objet , que j'ai réduit ces phénomènes en plusieurs loix dans la dissertation sur les affinités qui est à la tête de mes Elémens de Chimie.

De tous les phénomènes que produit la force d'affinité , il n'en est pas d'aussi singulier & en même-tems d'aussi difficile à expliquer

que l'affinité double. Dans la dissertation citée ci-dessus , je n'ai pu qu'exposer très-sommairement la manière dont je concevois ce phénomène ; & comme cet objet ne sauroit être expliqué trop clairement , j'ai cru devoir faire connoître plus en détail le moyen que j'emploie pour parvenir à concevoir & à déterminer avec la plus grande exactitude la cause de ce jeu des affinités. Je suis d'autant plus porté à en agir ainsi , que personne avant moi n'avoit adopté la méthode que je propose pour l'explication des affinités doubles , & qu'elle me paroît propre à jeter beaucoup de jour sur un grand nombre de phénomènes chimiques. Telles sont les raisons pour lesquelles je reviens aujourd'hui sur cet objet.

On entend par affinité double cette force combinée en vertu de laquelle un composé de deux corps qui ne peut être détruit ni par un troisième ni par un quatrième autre corps , l'est cependant avec la plus grande facilité , lorsque ces deux derniers sont réunis & forment eux-mêmes un composé. C'est ainsi que la félénite , le nitre calcaire , le sel marin calcaire , ou les combinaisons de la chaux avec les acides vitriolique , nitreux & marin , ne peuvent être décomposés , ni par le gaz

alkalin, ni par l'acide craieux seuls, parce que le premier de ces corps a moins d'affinité avec les trois acides, que n'en a la chaux; & le second en a moins avec la chaux, que n'en ont ces mêmes acides, tandis que, lorsqu'on unit ensemble ce gaz alkalin & l'acide craieux, ce composé est susceptible de détruire l'adhérence de ces corps & de séparer réciproquement la chaux & les acides qui lui sont combinés. STAHL est un des chimistes qui a donné le premier exemple de ces affinités doubles, en indiquant la décomposition du tartre vitriolé & du sel de GLAUBER par le nitre mercuriel. Depuis lui, on a découvert un grand nombre d'autres décompositions opérées en vertu de cette double affinité, & il en reste encore un plus grand nombre à découvrir, puisqu'on commence à appercevoir que la plupart des phénomènes de la chimie n'ont lieu que par l'existence de cette attraction multipliée.

Tous les chimistes ont bien senti que la raison de ces doubles affinités & des décompositions qu'elles produisent, dépendoit d'une plus grande force exillante dans les deux corps réunis décomposans, que celle qui existe dans chacun d'eux isolé; mais cette simple explica-

tion est très-difficile à concevoir pour les commençans, & elle ne peut parler clairement à l'esprit & à l'imagination, que lorsqu'on connoît bien les principaux phénomènes de la chimie. Il étoit donc important d'en chercher une qui fût plus expressive, plus claire, & elle ne pouvoit se trouver que dans le fait lui-même, mieux senti & mieux apprécié. J'ai cru pouvoir parvenir à cet heureux résultat, en exprimant par des nombres la force d'affinité qui existe entre les différens corps naturels, ou la tendance qu'ils ont pour s'unir & pour rester unis les uns aux autres; & cette idée appliquée aux phénomènes des doubles décompositions, a parfaitement rempli mon attente. D'après cette supposition, qui n'est telle que pour ceux qui commencent l'étude de la chimie, voici comment on peut expliquer l'affinité double.

Dans la sélénite, je suppose que l'acide vitriolique adhère à la chaux avec une force égale à 4. Comme le gaz alkalin ne peut enlever cet acide à la chaux, j'en conclus que la tendance qu'il a pour se combiner avec lui, n'est égale au plus qu'à 3; de même l'acide craieux ne peut enlever la chaux à l'acide vitriolique, parce qu'il n'a avec cette substance salino-terreuse qu'une affinité que je compare aussi au nombre 3. On

voit donc, d'après cela, pourquoi le gaz alkalin & l'acide craieux séparés & isolés ne peuvent décomposer la sélénite; mais si on les présente unis ensemble à ce dernier sel, alors le gaz alkalin attirant l'acide vitriolique avec une force égale à 3 & l'acide craieux tendant à s'unir à la chaux avec une force aussi égale à 3, il résulte de ces deux forces réunies, une action égale à 6, qui devient plus forte que celle avec laquelle l'acide vitriolique adhère à la chaux, & que j'ai comparée à 4; d'où il suit que cette double force excédant de moitié celle par laquelle ces deux corps sont unis, ils doivent être séparés sur-le-champ, & c'est aussi ce qui arrive dans cette expérience.

Il est facile d'appliquer cette méthode à tous les cas d'affinités doubles qui se présentent en chimie. Mais, auparavant de faire cette application, il seroit nécessaire de déterminer par des nombres, l'affinité respective de tous les corps les uns avec les autres, & de les disposer dans une table à colonnes, comme on le fait toujours depuis GEOFFROY, pour nommer les degrés d'attraction: peut-être si cette détermination numérique des affinités étoit bien faite, indiqueroit-elle un grand nom-

bre de doubles décompositions qui s'opèrent & que nous ne connoissons pas encore ; mais cette table , qui paroît aisée au premier aspect , offre de grandes difficultés , parce que les acides qu'on prendroit pour chefs des colonnes principales , non-seulement ont une affinité diverse avec les différentes bases , mais chacun d'eux comparé à un autre , présente encore un degré varié d'attraction élective avec chacune de ces bases ; d'où il suit que , pour exprimer l'affinité des acides minéraux avec l'alkali fixe végétal que l'on fait avoir avec eux la plus forte affinité en général , il faudroit cependant , à la colonne de chaque acide , annoncer par un nombre différent , l'attraction particulière de chacun d'eux pour cet alkali ; de sorte que ces dénombremens particuliers offrissent en même-tems l'expression des affinités simples générales & particulières en peu de colonnes. Je terminerai ces réflexions par un exemple de cette espèce de disposition pour l'acide vitriolique , l'acide nitreux , l'acide marin & l'acide craieux ; on fait que ces acides ont avec les mêmes bases différentes affinités , mais que le premier est en général le plus fort des quatre. Voici comment j'exprimerai numériquement leurs affinités.

P R E M I È R E C O L O N N E.

	} L'Alkali fixe végétal , une affinité égale à.....8	
L'acide vitriolique		L'Alkali fixe minéral.....7
a pour se combiner		La Chaux vive.....6
avec		L'Alkali volatil.....5
		La Magnésie.....4
		L'Argile.....3

S E C O N D E C O L O N N E.

	} L'Alkali fixe végétal , une affinité égale à.....7	
L'acide nitreux a		L'Alkali fixe minéral.....6
pour se combiner avec		La Chaux vive.....5
		L'Alkali volatil.....4
		La Magnésie.....3
		L'Argile.....2

T R O I S I È M E C O L O N N E.

	} L'Alkali fixe végétal , une affinité égale à.....6	
L'acide marin a		L'Alkali fixe minéral.....5
pour s'unir avec		La Chaux vive.....4
		L'Alkali volatil.....3
		La Magnésie.....2
		L'Argile.....1

QUATRIÈME COLONNE.

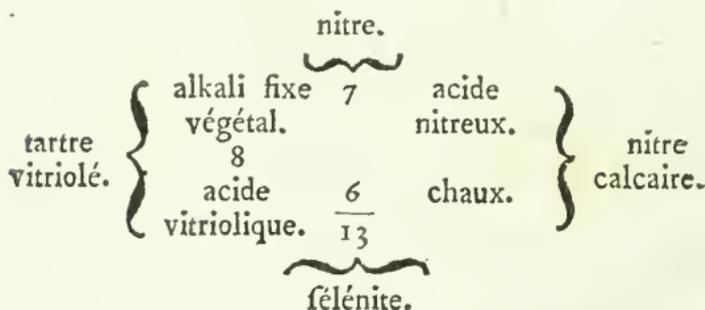
L'Acide crayeux a pour s'unir avec	}	La Chaux vive, une affinité égale à.....	3
		L'Alkali fixe végétal.....	2
		L'Alkali fixe minéral.....	1
		L'Alkali volatil.....	$\frac{3}{4}$
		La Magnésie.....	$\frac{1}{3}$
		L'Argile.....	$\frac{1}{4}$

Cet essai pourroit être étendu sur toutes les matières qui ont quelqu'affinité les unes avec les autres, mais il demanderoit des connoissances plus exactes que celles que l'on a encore acquises sur cet objet. Je vais faire voir actuellement comment on pourroit, à l'aide de ces affinités exprimées par des nombres, présenter aux yeux les effets des doubles décompositions qui s'opèrent en vertu de cette force; je me servirai des figures & de la disposition adoptées par M. BERGMAN (1), pour offrir dans un tableau l'action de l'affinité double entre plusieurs composés. On met à droite dans une ligne verticale & aux extrémités d'une accolade, les deux principes qui

(1) *Disquisitio de attractionibus electivis*, AVT. TORBERN BERGMAN. Upsal. 1775, in-4°. S. V, Tabul. VII.

forment un composé ; on range dans une accolade opposée à la première , les deux autres principes qui constituent un second composé qui doit réagir sur le premier , de sorte que ces quatre matières sont disposées en carré dont le côté supérieur contient un acide & une base de même que l'inférieur ; on ajoute au milieu ou à la pointe moyenne & extérieure des accolades le nom des composés , comme je le présente ici.

P R E M I E R E X E M P L E.



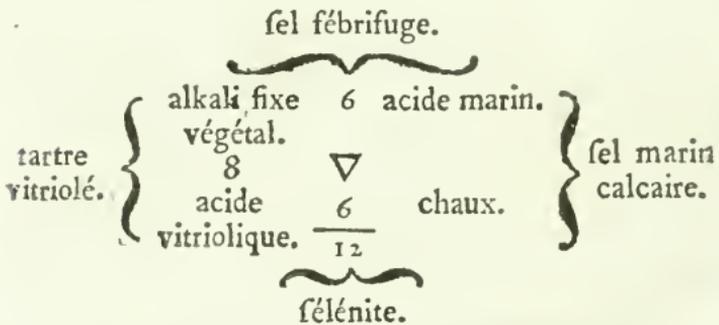
Cette disposition une fois remplie , on met entre les deux principes du premier composé qui est ordinairement parfait & qu'on fait être décomposé par le second , le chiffre qui désigne leur affinité ; ici j'ai placé le nombre 8 que j'ai adopté dans la table précédente pour l'acide vitriolique & l'alkali fixe végétal. Ensuite , comme par l'arrangement convenu les deux acides sont sur les mêmes lignes hori-

Horizontales que les deux bases, on met entre ces deux corps, & au milieu de chaque ligne horizontale, le nombre qui exprime leur tendance à la combinaison. En consultant notre table numérique, on trouve le nombre 6 pour désigner l'affinité de l'acide vitriolique avec la chaux; c'est ce nombre que j'ai posé entre eux. En suivant la même table, j'ai mis le nombre 7 entre l'alkali fixe végétal & l'acide nitreux. Il ne reste plus qu'à ajouter l'un à l'autre les deux chiffres 6 & 7 qui se trouvent placés dans une ligne verticale, & l'on a le total 13 qui l'emporte de 5 sur le chiffre 8; d'où il suit que le tartre vitriolé est décomposé par le nitre calcaire, & qu'il se forme du nitre & de la sélénite, ce qu'on exprime dans la même formule en mettant, suivant la manière adoptée par M. BERGMAN, le nitre dans une accolade horizontale placée au-dessus de l'acide nitreux & de l'alkali fixe végétal, & la sélénite sur une autre accolade disposée au-dessous de l'acide vitriolique & de la chaux, disposition qui indique que le sel placé inférieurement forme le précipité, & que celui qui est en haut reste en dissolution dans la liqueur.

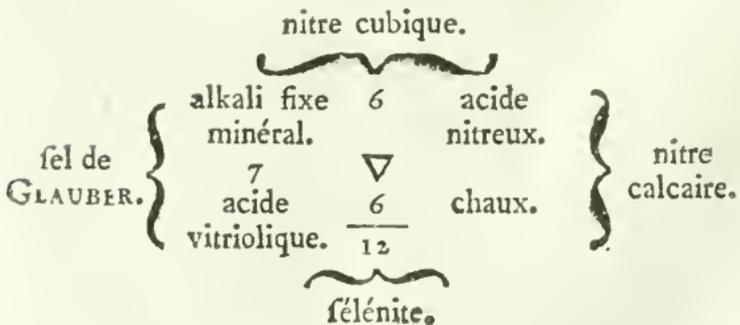
J'ajouterai à ce premier exemple proposé fort en détail, neuf autres exemples de dou-

bles décompositions , qui ont lieu parmi les substances salines dont j'ai essayé de désigner numériquement les affinités, & j'espère démontrer par-là que cette méthode très-simple , peut être fort utile pour faire entendre clairement aux personnes qui commencent l'étude de la chimie , la cause des décompositions qui ont lieu par la force des affinités doubles.

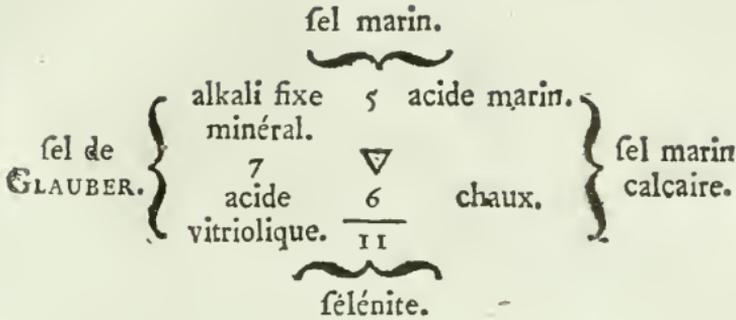
S E C O N D E X E M P L E .



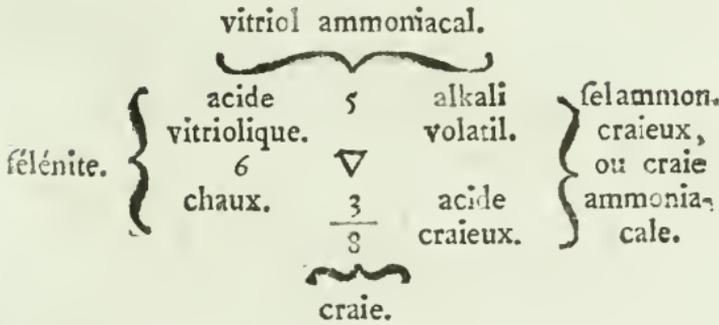
T R O I S I È M E E X E M P L E .



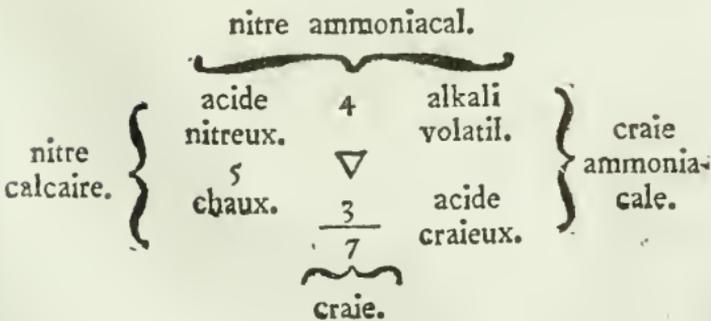
QUATRIÈME EXEMPLE.



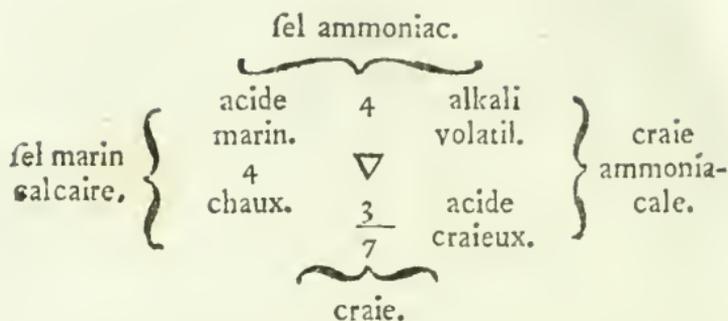
CINQUIÈME EXEMPLE.



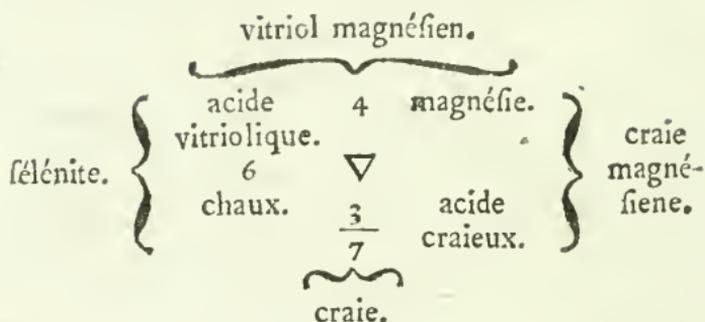
SIXIÈME EXEMPLE.



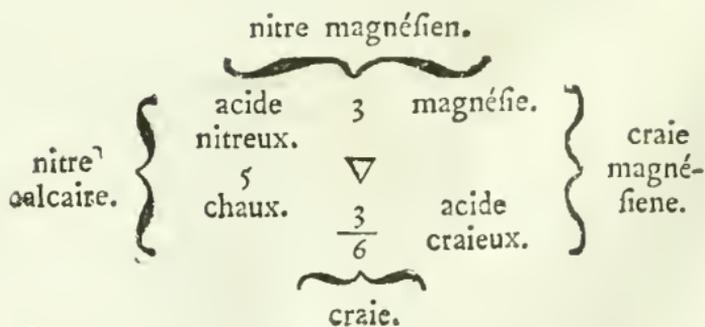
S E P T I È M E E X E M P L E .



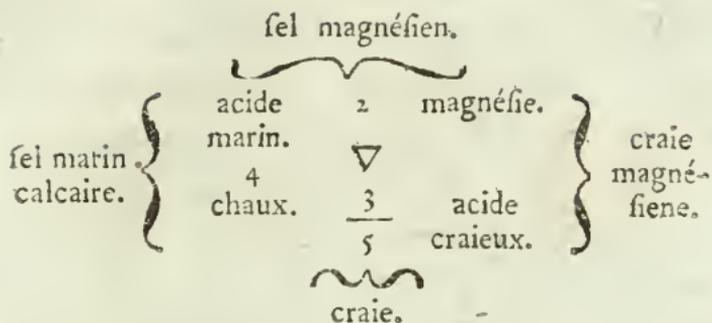
H U I T I È M E E X E M P L E .



N E U V I È M E E X E M P L E .



DIXIÈME EXEMPLE.



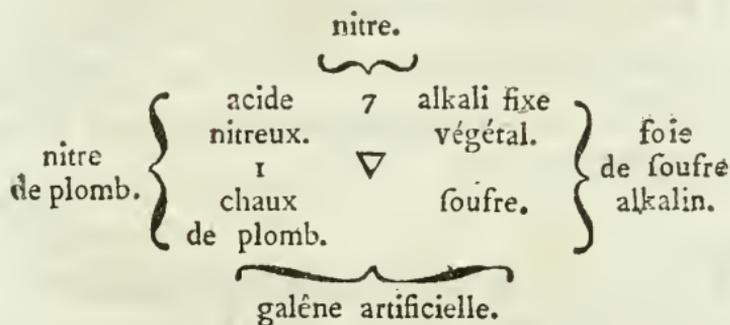
On observera que, comme ces décompositions se font par la voie humide, M. BERGMAN met le signe de l'eau ▽, comme je l'ai fait dans ces exemples, dans le milieu du carré que forment les quatre principes des deux composés qui réagissent les uns & les autres.

Je terminerai ces réflexions en faisant observer que je ne compte pour véritables affinités doubles, que celles dans lesquelles un composé de deux corps qui n'est pas détruit par deux autres substances isolées, se sépare cependant, lorsqu'on le traite par ces deux substances réunies; ainsi, quand deux matières isolées qui ont l'une ou l'autre le pouvoit d'en séparer deux autres réunies, les séparent encore quand elles sont combinées, ce n'est pas là une véritable affinité double. Il se passe bien, en effet, une double décomposition &

une double combinaison, mais la séparation des principes d'un des composés, pouvant avoir lieu dans ces cas à l'aide d'un seul principe du second composé, ce phénomène rentre dans la classe des affinités simples, dont la somme dans un seul principe, est capable de lui donner naissance sans le secours de l'attraction élective de l'autre principe. Ainsi, toutes les précipitations des dissolutions métalliques par les hépars, présentent des doubles décompositions sans véritables affinités doubles, puisque les alkalis ou les bases des foies de soufre sont toutes seules capables de séparer les chaux métalliques, & les acides unis à ces dernières peuvent aussi tous seuls séparer le soufre des matières alkales qui le dissolvent. Il faut en dire autant des chaux métalliques précipitées des acides par les alkalis & les terres alkales unis à l'acide craieux; il y a double décomposition & double combinaison sans double affinité véritable, puisque les alkalis seuls & purs peuvent séparer les chaux métalliques sans le secours de l'acide craieux. Si l'on réduisoit ces deux derniers exemples en formules semblables à celles présentées plus haut, on reconnoîtroit sur-le-champ l'absence d'une véritable affinité double dans

leur décomposition, par un des deux chiffres placés verticalement, qui seul l'emporterait sur le nombre disposé à gauche & ayant les derniers, comme on peut le voir ici.

ONZIÈME EXEMPLE.



Il suit de cette dernière considération, que le nombre des affinités doubles présentées dans la table de M. BERGMAN, que j'ai citée plus haut, doit être beaucoup diminué, & que la plupart d'entr'elles appartiennent réellement aux affinités simples.



D E S C R I P T I O N

D'un appareil propre à examiner en petit l'effet de l'air pur ou vital porté à la surface d'un charbon enflammé, sur les corps exposés à la chaleur vive qu'il excite.

Tous les chimistes connoissent aujourd'hui le procédé qu'ont employé MM. ACHARD & LAVOISIER pour connoître l'action de l'air pur ou vital sur les corps combustibles, & les effets qui résultent de la combustion accélérée par cet air sur un grand nombre de substances. M. LAVOISIER a imaginé d'élever sur une cuve pleine d'eau une autre cuve placée en sens contraire, qu'il fait remplir d'air déphlogistiqué. Cette seconde cuve soutenue sur la première, est une sorte de grand récipient carré portant à sa partie supérieure un robinet sur lequel s'ajuste un canal flexible qui s'adapte & se visse à la partie inférieure d'un tube de cuivre courbé vers son extrémité en arc & terminé par des embouchures métalli-

ques de différens diamètres qui font l'office de tuyères de soufflet. Ces embouchures sont formées avec un alliage auquel la platine qui en fait partie, donne de la dureté & de l'infusibilité & empêche qu'elles ne se ramolissent & ne se déforment par l'action de la chaleur du charbon, dont elles sont fort voisines. La caisse est retenue dans une direction droite par des cordes portées & dirigées par des poulies; en chargeant cette cuve renversée, de poids placés sur son fond, elle presse sur l'eau qui la soutient, elle s'enfoncé dans la cuve, & la pression de l'eau pousse l'air pur dans le canal qui la termine; cet air sort avec un mouvement plus ou moins accéléré par la tuyère courbée & assujettie verticalement sur une table, de sorte que cette dernière partie de l'appareil ressemble assez bien à une lampe d'émailleur. On approche vers l'extrémité de cette tuyère un charbon plat, dont on a creusé une partie de la surface pour y placer le corps quelconque que l'on veut chauffer avec force. L'air pur qui s'applique à cette petite cavité du charbon qu'on a eu soin d'allumer auparavant, l'enflamme sur-le champ avec décrépitation, & excite avec tant de violence sa combustion, qu'il se produit dans ce

foyer étroit une chaleur plus forte que toutes celles que nous connoissons, & qui paroît même l'emporter sur celle du foyer des verres ardens, puisqu'on y voit naître des effets plus considérables, tels que la fusion complète de la platine, &c.

Cette espèce de soufflet chimique imaginé par M. LAVOISIER promet à la science un grand nombre de découvertes sur l'action de la chaleur. Une partie de ces découvertes est déjà consignée dans des mémoires que ce chimiste, justement célèbre, a lus à l'académie des sciences, & qui ne sont point encore connus. Quoique l'action du feu produit par cet appareil soit sujette à plusieurs objections sur le contact de la matière charbonneuse & de l'alkali fixe qui résulte de sa combustion avec les matières qu'on y expose ; les espérances que fait concevoir ce nouveau moyen sont bien fondées, puisque nous sommes en état d'apprécier les effets que le charbon & l'alkali peuvent occasionner sur les corps chauffés de cette manière ; d'ailleurs M. LAVOISIER avec lequel je me suis plusieurs fois entretenu sur cet objet, & qui a senti l'inconvénient qui résulte du contact du charbon & des sels que fournit sa cendre, a cherché depuis, & est parvenu à perfectionner cet appa-

reil, en faisant passer le gaz inflammable par une tuyère particulière, & en excitant sa combustion à l'aide de l'air vital versé sur ce gaz par un autre canal, de sorte qu'on peut exposer les corps à la chaleur vive produite par cette combustion, sur des supports de grès, de porcelaine, qui ne peuvent rien communiquer à ces corps, & qui ne sont point susceptibles de les altérer ou d'en changer les propriétés. Dans ses premières expériences, c'étoit sur la matière combustible même, & dans le propre foyer de la combustion qu'étoient placées comme dans des creusets, les substances auxquelles on appliquoit la chaleur; dans le nouveau procédé que j'annonce, c'est le corps brûlant lui-même, qui, dans l'instant où le point de sa plus rapide inflammation, est porté à la surface des matières qu'on chauffe; & ce moyen ingénieux lève une partie des difficultés qu'on pouvoit objecter contre l'utilité de cette découverte.

Comme il est un grand nombre de corps dont on ne veut connoître que la fusibilité & la volatilité, le premier appareil, c. à. d. celui qui consiste à verser l'air déphlogistiqué à la surface d'un charbon creusé pour recevoir les corps à chauffer, suffit souvent sur-

tout dans des laboratoires & dans les cabinets destinés à la démonstration de la physique & de la chimie. La première machine imaginée par M. LAVOISIER est très-utile pour des recherches suivies ; elle contient une grande quantité d'air, ses effets sont très-énergiques en raison du tems pendant lequel on peut les faire agir ; mais ces avantages très-grands pour un laboratoire particulier cessent de l'être pour les expériences d'essai, & sur-tout pour celles de démonstration ; alors ce grand appareil tient beaucoup de place pour ne servir que très-peu, il est très-dispendieux, sur-tout par la quantité d'air pur ou déphlogistiqué nécessaire pour en faire connoître les effets. Ces réflexions m'ont engagé à faire construire une machine analogue, mais plus en petit, dont l'action est très-marquée, sans exiger des frais aussi considérables, & qui ne seront jamais à la portée de tous les amateurs, soit pour sa construction, soit pour l'air pur qu'elle peut contenir. Cette machine très-simple & telle que je l'ai fait exécuter d'abord pour mes démonstrations, est formée de quatre pièces. La première est un récipient (A, *planche II, fig. 1*) ou une cloche qui contient environ douze pintes d'eau, & qui est destinée à servir de

réfervoir pour l'air pur. Cette cloche est percée vers le milieu de sa voûte, pour recevoir un robinet de cuivre (*B* *fig. 2*) qui s'y ajuste & qui forme la seconde pièce de cet appareil. On visse sur ce robinet un tube de cuivre de six lignes de diamètre vers son origine (*C*), qui se recourbe à angle droit à deux pouces de sa naissance (en *D*), & qui marche ensuite horizontalement. Ce canal se retrécit peu à peu jusqu'à son extrémité, & il a environ deux pieds de long. Il est terminé à son bout droit par un pas de vis (*E*), destiné à recevoir des tuyères de différens diamètres (*F*, *G*) ; à l'aide de ces tuyères d'un pouce & demi, & de deux pouces de longueur, & dont l'extrémité retrécie en *a*, offre une ouverture d'une ligne, de deux ou de trois lignes de diamètre, on peut verser sur le charbon une plus ou moins grande quantité d'air pur, suivant les effets qu'on veut obtenir ; mais je dois prévenir que la tuyère la plus étroite à son ouverture, est celle qui donne à proportion le plus d'effet, en raison de la vitesse qu'acquiert l'air, & de la rapidité avec laquelle il est lancé à la surface du charbon.

On se sert de cet appareil très-simple en lui-même, de la manière suivante ; on plonge

lentement dans une cuve pleine d'eau, la cloche remplie d'air ordinaire, & dont on a ouvert le robinet; lorsque l'eau a pris la place de l'air & rempli entièrement le récipient, on ferme le robinet, & on pose la cloche sur la tablette d'une grande cuve pneumato-chimique; de sorte que chaque côté de la base de ce vaisseau réponde à une ouverture de la tablette destinée à recevoir l'extrémité recourbée d'un syphon adapté à un matras ou à une cornue où l'on distille du nitre. L'appareil ainsi disposé, l'on conçoit qu'il est très-aisé de remplir la cloche d'air déphlogistiqué obtenu du nitre par la distillation. Quand ce vaisseau est plein de ce fluide vital, on enlève les fourneaux & les matras garnis de leurs syphons, & placés des deux côtés de la cuve, on visse le canal de cuivre courbé sur le robinet qui termine la cloche, on ajuste à ce canal la tuyère dont on veut se servir (voyez fig. 3); on approche & l'on soutient au-devant de cette tuyère, à l'aide d'une cuiller ou capsule de fer, le charbon bien sec & creusé sur sa face plate, après avoir allumé légèrement à l'aide du chalumeau & de la flamme d'une bougie le fond de la cavité du charbon, & y avoir placé la matière sur la-

quelle on veut faire agir la chaleur concentrée. Alors tandis qu'une personne soutient ainsi le charbon, une autre dirige & retient dans la situation requise le canal de cuivre, qui, sans cette précaution, vacilleroit & verseroit l'air à quelque distance du charbon & en pure perte. Une troisième personne enfonce lentement & avec précaution la cloche dans l'eau de la cuve, après avoir ouvert le robinet qui établit la communication entre la capacité du récipient & la continuité du canal; à mesure que l'eau entre dans ce vaisseau, elle pousse devant elle l'air pur qui parcourt le canal de cuivre avec rapidité & s'élance par la tuyère rétrécie qui le termine, sur le charbon qu'il enflamme avec une rapidité & une déflagration très-vive. Cette expérience présente un très-beau spectacle; la flamme & la combustion sont si énergiques, qu'on ne peut en soutenir quelques instans l'aspect, & l'on affoiblirait en peu de tems l'organe de la vue, si l'on ne se servoit de verres colorés.

Tel est l'appareil dont je me sers communément, lorsqu'il s'agit de démontrer l'influence de l'air pur pour accélérer la combustion & pour produire un degré de chaleur extrême. Je dois prévenir cependant que, s'il a l'avan-

tage de demander une petite quantité d'air pur, & de tenir peu de place dans un cabinet, & s'il suffit pour des essais en petit, il a aussi quelques inconvéniens qu'il est essentiel de faire connoître. Celui qui gêne le plus dans l'usage de cet appareil, c'est la vacillation du tube qui suit le mouvement du récipient pendant son immersion dans l'eau, & qu'il faut toujours retenir & diriger, de sorte qu'il faut être trois pour se servir de cette machine. Il est vrai que ce défaut, qui seroit beaucoup plus considérable si l'on vouloit faire des expériences longues, peut être facilement corrigé en substituant au tube de cuivre solide & immobile, un canal flexible de cuir collé sur un fil de fer tourné en spirale, ou de taffetas enduit de gomme élastique; on ajusteroit à l'extrémité de ce canal un pas de vis qui se joindroit à la partie inférieure d'une tuyère recourbée & assujettie sur une table semblable à la lampe d'émailleur. Cette dernière partie de l'appareil est, comme on le voit, tout-à-fait semblable à celle de M. LAVOISIER, j'y ferois seulement quelques légers changemens.

1°. Au lieu d'une table particulière & aussi grande que celle dont se sert ce savant, je ferois construire une espèce de tablette d'un pied en

quarré, élevée par des pieds de six pouces de haut, afin que cet appareil ne tînt que peu de place, & pût se disposer sur une table ordinaire.

2°. On feroit poser au-devant de la tuyère & vis-à-vis son embouchure, deux tiges de cuivre fourchues à leurs extrémités, un peu moins hautes que l'extrémité du canal. Ces tiges serviroient à soutenir à la hauteur & sans variations le charbon qui sert de matière combustible & de creuset. Il faudroit les faire arranger de manière qu'elles pussent glisser dans des coulisses de cuivre, pour éloigner ou rapprocher le charbon de la bouche de la tuyère. Ce moyen simple suppléeroit avec avantage aux mains de celui qui opère, & qui, dans les premiers appareils construits sur cet objet, est obligé de tenir le charbon par ses deux extrémités, ce qui l'expose à se brûler & à faire manquer l'opération.

3°. On placeroit sous les supports du charbon une plaque de tole ou de cuivre pour recevoir les matières chauffées, qui souvent éclatent, se dissipent, s'écoulent ou se perdent d'une manière quelconque, de sorte qu'on ne connoît pas le résultat d'une expérience, & qu'on ne peut apprécier au juste les altérations que le corps chauffé éprouve.

R E M A R Q U E S

*Sur la cause de l'ébullition de l'eau ,
& sur les phénomènes qui l'accompa-
gnent.*

A VANT les découvertes des modernes sur les fluides aériformes, on n'auroit pas sans doute osé taxer les philosophes & les physiciens qui nous ont précédés, d'avoir méconnu la cause de l'ébullition de l'eau, sans craindre de paroître avancer un paradoxe ridicule ; mais depuis ce grand pas fait dans les sciences physiques, on est autorisé à regarder les opinions de nos prédécesseurs, comme des erreurs involontaires, & à en proposer de nouvelles, que l'on ne peut s'empêcher de croire plus solidement établies. C'est d'après cette observation sur laquelle tous les savans sont d'accord aujourd'hui, que je crois être en droit d'avancer que l'on a ignoré jusqu'aujourd'hui la véritable cause du phénomène que l'eau présente quand elle bout. Les physiciens avoient bien en effet soulevé en partie le voile qui cache cette opération naturelle ; 1°. en prou-

vant que l'eau bouillie se réduisoit en vapeurs dans le vide de BOYLE, ou la machine pneumatique; 2°. en observant que l'ébullition étoit plus ou moins facile en raison de la légèreté ou de la pesanteur variée du fluide atmosphérique qui la comprime en s'appuyant sur sa surface; 3°. en démontrant que l'eau étoit soluble dans l'air; mais tout cela n'explique point encore la cause de cette agitation qui s'excite dans l'eau chauffée au quatre-vingtième degré du thermomètre de RÉAUMUR, & de la formation de ces bulles qui en soulèvent la surface, pour venir se répandre & se dissoudre dans l'atmosphère. Je vais essayer de fixer les idées sur cet objet, & d'en développer les phénomènes avec plus de clarté qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

Dès que l'eau a acquis une chaleur de soixante degrés, on observe sur le fond & sur les parois des vaisseaux qui la contiennent, un grand nombre de petites bulles, qui augmentent bientôt de volume & montent avec rapidité vers la partie supérieure de ce fluide. Au quatre-vingtième degré, les bulles sont plus grosses, se succèdent avec une vitesse plus considérable, la surface de l'eau est agitée de bouillons qui ne sont que les mêmes bulles agrandies & portées vers le plus haut de ce liquide par leur

légèreté spécifique ; chaque vésicule qui crève répand dans l'atmosphère une vapeur ou fumée blanche , qui se dissipe & disparaît bientôt en prenant l'état de gaz & en se dissolvant dans l'air. On ne voit point ces vapeurs dans les vaisseaux fermés , ou au moins elles n'y ont jamais la même densité. Ces bulles qui renferment tout le mystère de l'ébullition & de l'évaporation , ne sont cependant que de l'eau semblable pour sa nature à celle dans laquelle elles nagent , & qui n'a point encore pris cet état élastique. Comment se fait-il qu'une portion de l'eau soit si différente de l'autre en apparence , & pourquoi tend-elle ainsi à se séparer ?

Pour bien entendre cette opération naturelle , il est nécessaire d'observer ,

1°. Que tout corps volatil n'a cette propriété qu'en vertu de sa tendance à prendre l'état gazeux ;

2°. Que la volatilité est en raison directe de cette tendance , & que c'est pour cela que les corps très-volatils entrent facilement en ébullition ;

3°. Que , lorsqu'une partie d'un liquide passe par une cause quelconque à l'état de fluide élastique , elle devient beaucoup plus légère que la portion qui conserve encore sa liquidité ;

4°.

4°. Que, dans ce dernier cas, la portion qui prend la forme d'air ne peut plus rester unie à la partie qui reste liquide, & qu'elle y devient, pour ainsi dire, indissoluble.

Ces quatre points une fois bien saisis, il est très-facile de concevoir clairement l'ébullition de l'eau; ce phénomène n'est autre chose que le passage de l'état liquide à l'état gazeux. Une partie de ce fluide devenue élastique par l'action de la chaleur, devient en même-tems plus légère que la portion encore liquide, & s'élève promptement à sa surface. Les bulles ne sont que cette partie gazeuse de l'eau, qui acquérant en proportion de l'insolubilité dans le reste du fluide, se portent rapidement à la surface liquide, & s'en échappent sous la forme d'air. Ce phénomène est une véritable effervescence, car cette dernière n'est jamais que le dégagement d'un fluide aériforme dont les bulles arrondies par une pression égale & agissant en tout sens, traversent un liquide plus dense & plus pesant. Il seroit donc aussi juste de dire que le feu ou la chaleur font entrer l'eau en effervescence, que de dire qu'ils la mettent en ébullition.

Le problème de ce phénomène se réduit comme on voit, à savoir que l'eau mise en

état de gaz n'est point soluble dans l'eau liquide chaude ; qu'il en est de ce corps comme de tous ceux qui sont susceptibles de prendre la forme gazeuse , qui se dissolvent généralement beaucoup mieux dans les liqueurs les plus froides , & qui refusent de s'unir aux liqueurs chaudes.

Mais une seconde cause favorise avec plus ou moins d'énergie l'ébullition de l'eau ; c'est la soustraction ou la diminution de la pesanteur de l'air. Le poids ou la pression de l'atmosphère sur l'eau est la seule raison qui s'oppose à son évaporation rapide ; diminuez ou enlevez tout-à-fait cette gravitation , vous verrez bientôt l'eau se dilater , acquérir un volume plus considérable , satisfaire sa tendance à prendre l'état gazeux , & paroître enfin sous la forme de l'air lui-même , dont elle tend à occuper la place. Le seul effort gravitant des colonnes aériennes s'oppose donc au dessèchement de la surface de la terre ; concevez un grand vide autour du globe , & votre imagination fondée sur ces connoissances exactes , vous présentera bientôt les mers & les lacs épuisés & la terre sèche & aride. On n'est plus étonné d'après cela que l'eau bouille à différentes températures , que son ébullition

suivre les variations du baromètre comme l'a découvert FAHRENHEIT, & que ce degré de chaleur prétendu constant ne puisse plus être regardé aujourd'hui comme assez fixe pour servir à la construction des thermomètres. En effet, l'eau bout plus vite ou à un moindre degré de chaleur, quand l'atmosphère diminue de pesanteur; & elle s'échauffe au contraire plus sans bouillir, lorsque l'air a plus de poids; ces variations peuvent être de quatre degrés à la graduation de RÉAUMUR, & elles s'étendent depuis 80 jusqu'à 84 de son échelle; l'existence de ce phénomène est prouvée par ce qui se passe dans le vide; si l'on y expose de l'eau privée d'air par l'ébullition & refroidie de 15 ou 20 degrés au-dessous de ce terme, bientôt ce liquide s'agite, présente l'effervescence qui lui est propre, & remplit la cloche pneumatique d'un fluide aéroforme qui ne devient visible que parce qu'il est condensé en partie par le froid extérieur, & parce qu'il ne trouve point son dissolvant ordinaire, l'air de l'atmosphère; dès qu'on fait cesser le vide & qu'on fait entrer de l'air sous la cloche, la vapeur disparoît sur-le-champ, le mouvement d'ébullition s'appaise, & une portion de l'eau reprenant son état liquide coule

en gouttes sur les parois intérieures du vaisseau qu'elle remplissoit dans son état aériforme. Cette expérience connue de tous les physiciens, démontre que c'est en comprimant l'eau, que le poids de l'air la retient dans son état liquide, en lie pour ainsi dire les molécules; & l'on ne peut douter que la nature n'emploie souvent pour volatiliser ce fluide, la diminution de la pesanteur de l'atmosphère.

Il existe encore une troisième circonstance qui doit aussi contribuer à l'ébullition & à la volatilisation de l'eau; c'est la dissolubilité de ce fluide dans l'air. Il est bien reconnu aujourd'hui que cette dissolution ne s'opère que lorsque l'eau est raréfiée & mise dans l'état de gaz. L'air par la tendance qu'il a pour se combiner avec l'eau, en attire une partie à lui sans même que ce liquide soit raréfié par la chaleur. Plus l'atmosphère est sèche, plus l'air a de force pour s'unir à l'eau & plus il en dissout réellement. La sécheresse ou l'humidité de ce fluide doivent donc contribuer à favoriser ou à diminuer la vaporisation & l'ébullition de l'eau; c'est pour cela que, quand l'atmosphère est chaude & sèche, toutes les conditions les plus favorables à la raréfaction & à la dissolution de l'eau se trouvant réunies, ce fluide entre plus

facilement en ébullition, & la vapeur qui s'en exhale devient plutôt invisible, parce qu'elle est absorbée & dissoute par l'air presque aussitôt qu'elle est formée. Lorsqu'au contraire l'air est humide, l'eau bouillante offre une quantité de vapeur épaisse plus considérable; cette vapeur se porte plus loin sans être dissoute, & l'eau se volatilise avec moins d'énergie.



DESCRIPTION

D'un feldt-spath cristallisé que l'on trouve mélé avec le cristal de roche & le mica, dans les environs d'Alençon.

IL n'y a pas long-tems que les naturalistes connoissent le feldt-spath en cristaux solitaires ou groupés & séparés des autres matières pierreuses, telles que le quartz & le mica, avec lesquelles il se rencontre le plus souvent réuni. A la vérité, on avoit observé que les pierres mélangées offrent souvent des taches rhomboïdales grises, jaunâtres ou d'un rose pâle, d'une étendue plus ou moins considérable, & qui sont de véritable feldt-spath cristallisé semé au milieu d'une pâte pierreuse plus ou moins dure, & reconnoissable par ses lames & par les reflets brillans ou le chatoiement qui le distinguent. On possédoit aussi dans les collections des fragmens de cette pierre cassée en rhombes assez réguliers & semblables au spath d'Islande, si ce n'est que les angles en sont différens; enfin les lames rhomboïdales que présente communément sa cassure, indi-

quoient assez manifestement qu'il avoit la propriété de prendre une forme cristalline ; mais on a reconnu depuis environ deux ans, qu'il existoit des cristaux isolés ou groupés de feldspath, beaucoup plus beaux que les masses à demi régulières qui entrent dans la composition du granit, & plusieurs naturalistes les ont décrits avec soin. Comme personne n'a encore fait mention de celui qui accompagne souvent les cristaux de roche noirs ou enfumés qu'on a coutume d'appeller diamans d'Alençon, il m'a paru utile & intéressant pour ceux qui possèdent des collections de pierres, & qui désirent en former, de le décrire ou d'en indiquer assez clairement les caractères, pour que tous les amateurs puissent facilement le reconnoître & s'en procurer des échantillons.

J'ai reçu, il y a environ un mois, quelques morceaux de granits & de cristaux d'Alençon, parmi lesquels il s'en trouva un qui fixa mon attention plus particulièrement que les autres. Ce fragment pris sans doute dans une géode, a trois pouces environ dans sa plus grande dimension, & il est cassé irrégulièrement sur les bords, comme le sont tous les échantillons détachés de la surface des cavernes ou des fentes. Il m'a été apporté dans

son état naturel & sans avoir été nettoyé; dans cet état la base du morceau m'a paru être un granit contenant de gros fragmens de feldtspath blanchâtre, & des lames assez grandes de mica blanc & argenté. Cette base ou gangue d'un pouce d'épais environ, présentoit sur la surface opposée à la cassure, deux espèces de cristaux, dont la terre argileuse rougeâtre qui les encroutoit, ne me permettoit de distinguer que quelques prismes & quelques pyramides de cristaux de roche noirs & réguliers. En broffant avec soin ce morceau, il s'en détacha avec facilité une grande quantité de terre fine, d'un brun sale, & qui affectoit l'odorat à la manière des argiles, dont la poudre dispersée dans l'air est reçue dans le nez. La brosse seule ne peut suffire pour nettoyer cet échantillon, mais l'eau souvent renouvelée, & dans laquelle je le laissai séjourner quelques instans, fit ce que le simple frottement n'avoit pu faire. Alors outre les cristaux de roche, je découvris clairement la forme & la couleur d'une autre espèce de cristaux que je reconnus à leur tissu lamelleux & à leur aspect chatoyant pour de véritable feldtspath; le choc du briquet & les étincelles qu'ils produisirent assurèrent bientôt ce soupçon & le chan-

gèrent en certitude. Je fus d'autant plus content d'avoir fait cette trouvaille, que je n'avois pas encore pu me procurer de feldt-spath cristallisé, & que les morceaux que j'en avois dans mon cabinet étoient en masses irrégulières ou cassées; mais en consultant les détails donnés sur la découverte de ces cristaux, je ne trouvais personne qui eût indiqué celui d'Alençon, & je me proposai alors de le décrire avec soin.

Ce feldt-spath mêlé irrégulièrement avec le mica & le quartz forme le granit qu'on emploie pour la construction des bâtimens à Alençon; il est d'une couleur blanche tirant sur le gris. Dans le morceau que je possède, on voit une grande quantité de ce feldt-spath cristallisé en cubes rhomboïdaux & disposés sur des cristaux de roche qu'il recouvre & qu'il encroute même dans plusieurs endroits; outre la forme rhomboïdale qui est la plus commune dans ces cristaux, il y en a qui paroissent être des portions de prismes hexagones, & d'autres dans lesquels un prisme paroît être terminé par une pyramide irrégulière. Au reste, ces figures particulières ne sont sans doute que des accidens appartenans à la première forme, & elles sont très-rares dans l'échantillon que

je décris. Chaque rhombe est formé d'une grande quantité de lames très-minces & chatoyantes, qui sont posées de champ & un peu obliques relativement à la gangue de granit sur laquelle elles reposent, de sorte que les faces polies & chatoyantes des cubes sont latérales ou inclinées très-obliquement sur la base du morceau, & que les portions horizontales des cristaux sont le plus communément dépolies, raboteuses, & présentent toutes les extrémités ou tous les bords réunis de ces lames. Les cristaux de roche noirs très-réguliers qui sont mêlés avec ce feldt-spath semblent sortir de dessous ce dernier & s'en dégager par leurs pointes. Ce feldt-spath étincelle très-bien par le choc du briquet qui en brise cependant & en détache quelque lame à chaque percussion, ce qui dépend manifestement du tissu spathique de ces cristaux.

Les lames qui les composent sont écartées dans plusieurs points de leur surface & forment des cavités allongées ou des fentes, d'où sortent des plaques de mica blanc, dont l'extrémité élevée de quelques lignes au-dessus du feldt-spath, présente un grand nombre de feuillets flexibles élastiques, que l'on peut écarter les uns des autres à l'aide d'une pression légère. Ce

mica disposé ainsi, laisse voir au-dehors des cristaux de feldt-spath, dont les lames écartées semblent l'enchasser, trois bords réguliers qui désignent que les feuillets dont il est composé sont des tranches hexagones; la longueur de ces cristaux micacés est de trois à quatre lignes; quelques-uns coupent même perpendiculairement plusieurs pyramides de cristal de roche dans l'épaisseur desquelles ils sont engagés.

Tout cet ensemble de cristaux de roche, de feldt-spath & de mica, forme des groupes irréguliers dont la base adhère au granit placé inférieurement, & se confond avec lui. Ce sont les trois élémens réunis de ce granit qui confondus & mêlés en petits fragmens, constituent cette pierre composée. La formation de ce mélange pierreux manifestement due à l'eau, indique clairement qu'entre les fentes du granit formées par le desséchement & la retraite, ce fluide a déposé lentement & séparément la matière du cristal de roche, du feldt-spath & du mica, qui, à l'aide du tems & du repos, a pris la forme cristalline & régulière propre à chacune de ces substances.

Tels sont exactement les faits que m'a présentés l'observation sur le morceau graniteux d'Alençon. Je l'ai décrit avec soin pour indi-

quer aux amateurs d'histoire naturelle, une source où ils pourront trouver plus communément qu'on ne l'a encore pu faire, le feldspath cristallisé. Je dois faire observer que je ne suis pas le seul qui ait découvert cette pierre cristallisée à la surface du granit & de faux diamans d'Alençon. MM. MONGÉS auxquels les sciences ont tant d'obligation, l'avoient également reconnu parmi des cristaux pierreux de ce pays ; & lorsque j'ai fait part à l'un d'eux de cette légère découverte, j'ai été fort aise de la trouver confirmée par ce qu'il avoit observé lui-même , & je me suis fait un devoir d'apprendre aux savans qu'elle leur appartient autant qu'à moi.

J'ai fait dessécher & graver ce morceau, afin de le rendre plus facilement reconnoissable. *Voyez planche III.*



OBSERVATIONS

Sur l'incombustibilité considérée comme caractère des matières salines en général.

COMME je crois être le premier qui ait donné l'incombustibilité comme caractère des matières salines, & comme je n'ai présenté cette assertion dans mes Elémens de Chimie, qu'en général & sans en avoir apporté de preuves, il me paroît nécessaire d'exposer aujourd'hui les raisons qui m'ont porté à adopter cette opinion, & à en faire même un des fondemens de la théorie chimique. Ce que j'ai à dire sur cet objet ne peut intéresser que les personnes qui sont fort au courant des découvertes des modernes sur les gaz, sur la combustion, sur les acides & en général sur tous les phénomènes dans lesquels l'air joue un si grand rôle.

STAHL pensoit que les sels simples étoient des mixtes formés par l'union de l'eau & de la terre, & que les acides ne différoient des alkalis que par la quantité dominante de l'un de ces principes sur l'autre. On auroit

vraisemblablement cru pendant long-tems à cette théorie, si les découvertes de HALEs n'eussent d'abord fait soupçonner que ces matières contenoient de l'air, & si celles de MM. BLACK, PRIESTLEY & LAVOISIER n'eussent appris à les décomposer. Les expériences qui ont démontré que l'acide nitreux & l'acide vitriolique sont composés d'une grande quantité d'air pur & d'une matière combustible différente, dans chacun d'eux, ont tout-à-fait renversé la doctrine de STAHL sur les sels simples, mais n'ont pas détruit entièrement celle que ce grand homme a établie sur le phlogistique. Sans entrer ici dans le détail de ces expériences, j'en présenterai seulement les résultats principaux qu'il est important de connoître pour l'objet dont je m'occupe.

Lorsqu'on traite les corps combustibles par les acides vitriolique & nitreux, il se présente des phénomènes analogues à la combustion, & ces matières se trouvent dans l'état qu'elles ont après avoir été brûlées. Le mercure qu'on a choisi pour toutes ces expériences, à cause de la facilité qu'il présente pour sa réduction spontanée, contient après avoir été dissous par ces deux acides une grande quantité d'air que la chaleur peut lui enlever, en

le mettant dans son état métallique. A mesure que l'air vital se sépare des acides & se précipite sur le mercure, il se dégage des corps combustibles du soufre pour l'acide vitriolique & du gaz nitreux pour l'acide nitreux. M. LAVOISIER a conclu de ces belles expériences, que les acides étoient composés de corps combustibles & d'air pur, & il y a sur-tout été conduit par d'autres faits qui appartiennent à la synthèse, tandis que ceux que je viens d'exposer appartiennent à l'analyse. On recompose les mêmes acides par une véritable combustion; puisqu'en brûlant du soufre, ce corps absorbe l'air pur, augmente en pesanteur dans la proportion exacte de l'air qu'il absorbe, & forme de l'acide vitriolique; puisque, d'une autre part, le gaz nitreux combiné avec l'air pur produit sur-le-champ de la chaleur, une vapeur rouge qui semble être une espèce de flamme, & forme en même-tems de l'acide nitreux. Il est donc démontré que ces deux acides sont les produits d'une combustion; qu'à la manière de tous les corps combustibles brûlés, ils contiennent l'air qu'ils ont absorbé en brûlant, & que comme eux ils n'ont plus rien d'inflammable après leur combustion. Ils doivent donc avoir pour caractère une incombust-

tibilité parfaite, comme les chaux métalliques, les cendres de charbon & tous les corps inflammables qui ont éprouvé une combustion.

Il faut convenir, à la vérité, que cette incombuftibilité n'est fondée en expériences positives que pour les deux acides que j'ai examinés ; il resteroit à la démontrer par l'analyse & la synthèse, dans tous les autres acides, ainsi que dans les trois alkalis ; il est vrai que l'analogie peut faire croire qu'il en est de ceux-ci comme des premiers, qu'ils font également des résidus de matières combustibles qui ont été brûlées, puisqu'ils agissent sur tous les corps inflammables d'une manière à-peu-près semblable, quoique moins énergique, à celle des deux premiers ; mais, l'analogie ne pouvant jamais suffire seule, il est nécessaire de chercher parmi les faits connus, s'il n'y en a pas quelques-uns qui puissent éclairer sur la théorie que je propose, & établir une analogie marquée entre tous les corps salins relativement à l'incombuftibilité.

Je ne puis douter que l'acide marin ne contienne de l'air & ne puisse calciner les métaux, quoiqu'on n'ait pas encore pu le décomposer comme les deux précédens. Tous les chimistes savent que cet acide produit du gaz inflammable

nable en dissolvant le zinc & le fer ; M. LA-VOISIER pense même que ce gaz est d'une nature particulière, & il laisse entrevoir qu'il peut former l'acide marin par son union avec l'air pur, qui a lieu pendant sa combustion. Je fais, d'une autre part, qu'il calcine plusieurs métaux plus lentement, mais tout aussi efficacement que les autres acides. Je décrirai plus bas un fait, par lequel il est démontré que cet acide agit à froid sur le régule d'antimoine & le calcine. Quelques personnes assurent que le sublimé corrosif donne de l'air vital par l'action du feu ; enfin, il est prouvé pour tous ceux qui ont fait beaucoup d'expériences sur le gaz acide marin, que ce fluide aériforme calcine avec assez d'énergie une petite portion du mercure, à travers lequel on le fait passer pour le recueillir dans des récipients de verre, puisque ce métal liquide se couvre bientôt d'une pellicule blanche qui s'en sépare, & qui reste sur la peau employée pour le filtrer.

L'acide craieux, l'acide spathique, l'acide du borax ne sont pas à beaucoup près aussi connus que les trois premiers ; on fait cependant que l'acide de la craie & celui du spath fluor donnent du gaz inflammable en dissolvant les métaux, & que tous les deux calci-

nent le fer avec beaucoup d'énergie. Il reste à rechercher si ces gaz combustibles diffèrent l'un de l'autre, & appartiennent plutôt aux acides qu'au fer, & si leur combustion donne naissance à des acides semblables à ceux d'où ils sont provenus; au reste, s'il n'est pas démontré qu'ils contiennent de l'air pur, au moins l'est-il bien positivement qu'ils sont incombustibles.

Quant aux alkalis, quoique nous n'ayons encore que très-peu de faits qui puissent autoriser à penser qu'ils sont les produits de la combustion, qu'ils contiennent de l'air vital comme tous les corps brûlés, & que leur incombustibilité dépende absolument de leur saturation par ce principe, je ne puis cependant m'empêcher de regarder la théorie exposée plus haut, comme bien étayée à leur égard, & voici sur quoi mon opinion est fondée. MM. MARGRAF[?], ROUELLE & BERNIARD ont bien prouvé que l'alkali fixe est tout formé dans les végétaux en général, & dans la crème de tartre en particulier. Cependant la combustion en développe certainement & en forme même une plus grande quantité qu'on ne peut en retirer par les acides; aucun des chimistes que je viens de citer

ne peut nier ce fait après lequel il paroît que la fixation de l'air pur dans les cendres végétales, est l'époque du développement & même de la formation d'une certaine quantité d'alkali fixe. On fait d'ailleurs que l'alkali volatil ne se produit souvent qu'aux dépens d'un corps combustible qui réagit sur l'alkali fixe, c'est ainsi qu'on en retire de la distillation du savon, &c. enfin, les alkalis purs ou caustiques calcinent le fer, le zinc & donnent du gaz inflammable en les dissolvant, comme l'a observé M. DE LASSONE dans ses belles recherches sur la dernière de ces substances métalliques. Or si, d'une part, les alkalis se forment pendant la combustion des matières végétales, si, d'une autre part, lorsqu'ils agissent sur des corps combustibles, ils les réduisent à l'état de corps brûlés, on doit être porté à croire qu'ils contiennent de l'air pur uni à une matière inflammable, & qu'ils se décomposent par la dissolution, de la même manière que le font les acides.

Une analogie plus éloignée, mais non moins vraisemblable, semble indiquer que la chaux vive est dans le cas des alkalis, & qu'elle doit ses propriétés salines assez énergiques à la combinaison d'un corps combustible avec l'air pur;

au reste, je ne dois pas me permettre de devancer par l'opinion & la théorie, ce qu'il n'appartient qu'à l'expérience de décider. Le seul but que j'ai à remplir ici, est de faire connoître la cause de l'incombustibilité qui distingue les matières salines les plus fortes, & dont les propriétés sont les mieux connues, & de prouver sur-tout qu'il semble y avoir plus de raisons pour croire à la présence de l'air pur dans les corps salins, que STAHL n'en avoit présenté pour y démontrer l'existence de la terre & de l'eau seules comme leurs véritables principes constituans. Ce grand chimiste n'avoit été conduit à cette doctrine que par des analogies ingénieuses, mais sûrement plus éloignées des faits que celles dont je me sers ici pour étayer mon opinion (1).

Il est facile de concevoir que, si les sels acides & alkalis sont des résidus de combustion, & sont incombustibles par cela même qu'ils sont saturés d'air, & qu'ils ne peuvent plus s'y unir de nouveau (2), les sels neutres qui ré-

(1) Voyez ces analogies parfaitement bien développées dans le Dictionnaire de Chimie de M. MACQUER, art. *Sel*.

(2) J'en excepte l'arsenic & l'acide marin. Je pense que ce dernier sur-tout est susceptible de s'unir à une

sultent de leurs combinaisons réciproques doivent avoir la même incombustibilité. J'ai démontré rigoureusement cette assertion pour le nitre , le plus combustible de tous les sels aux yeux des chimistes qui n'étoient point encore éclairés par les découvertes modernes, dans un mémoire sur la détonation de ce sel neutre, qui fait partie de ce Volume. Il n'y a qu'une seule matière saline qui semble faire exception à cette règle; c'est le nitre ammoniacal, *nitrum flammans*. On sait que ce sel a la propriété de s'enflammer & de détoner vivement sans le contact des matières combustibles, lorsqu'il est chauffé à un certain degré, & qu'il présente même cette détonation dans des vaisseaux fermés. Ce phénomène me paroît dépendre de la décomposition de l'alkali volatil, de la séparation de sa matière inflammable qui, se trouvant en contact avec l'air pur de l'acide nitreux, brûle avec vivacité, &

plus grande quantité d'air pur, qu'il n'en contient dans son état ordinaire, & que c'est ce qui se passe dans sa combinaison régale, ainsi que dans son action sur les chaux métalliques, & en particulier sur celle de manganèse.

Voyez ce que j'ai dit sur ce point à l'art. *eau régale, arsenic & manganèse* de mes Leçons Elém. de Chimie.

produit la déflagration connue. Ce n'est donc pas comme alkali volatil pur qu'il s'enflamme, mais comme alkali volatil décomposé, ou comme un des principes de ce sel ; il suit delà, que l'objection en apparence très-forte de la combustibilité du nitre ammoniacal, n'en est plus une, puisque, dans cette expérience, il s'opère une véritable décomposition, prouvée par la destruction de l'alkali volatil & par la combustion même d'une de ses parties constituantes.

La propriété combustible des sels végétaux, du tartre, &c. ne fait pas une objection plus solide à cette doctrine, puisque c'est à une matière huileuse étrangère qui leur est mêlée qu'est due cette combustibilité. On doit en dire autant de l'inflammabilité du vinaigre radical, qui dépend de l'esprit ardent intimement combiné avec cet acide dont la nature & les propriétés semblent constituer un fluide éthéré.

Enfin l'acide phosphorique lui-même vient à l'appui de l'affertion qui fait le sujet de ces remarques, puisqu'il contient une grande quantité d'air, qui a été absorbé par le phosphore pendant sa combustion, & puisque, quand on lui enlève cet air pur par l'action des substan-

ces combustibles, il reforme du phosphore.

Au reste, ce que je viens d'exposer sur l'incombustibilité proposée comme un des caractères principaux des matières salines, tient à un si grand nombre de faits chimiques, qu'il faudroit une dissertation très-longue pour en faire connoître le rapport. Peut-être les circonstances & sur-tout des recherches nouvelles poursuivies avec l'opiniâtreté nécessaire pour arracher à la nature cet important secret, me permettront-elles de donner quelque jour à cette théorie l'étendue & les détails qu'elle exige.



N O T E

*Sur la difficulté qu'il y a d'obtenir
les alkalis fixes caustiques solides bien
purs.*

J'AI déjà fait observer plusieurs fois qu'on n'avoit pas assez insisté dans tous les ouvrages élémentaires sur la difficulté que présentent un grand nombre d'opérations chimiques. Je répéterai ici cette observation relativement aux alkalis fixes; rien n'est si difficile en chimie que d'obtenir ces sels purs ou caustiques, dans l'état solide, sans qu'ils soient altérés par aucun corps, & en particulier par l'acide craieux pour lequel ils ont la plus grande avidité. Les obstacles que j'ai éprouvés m'engagent à consacrer cet article pour les faire connoître, & pour indiquer le procédé qui m'a le mieux réussi.

Pour se procurer des lessives alkales bien caustiques, il est nécessaire,

1°. De disperser sur trois parties de chaux bien vive en morceaux ou en pierres, mise dans une terrine de grès ou de porcelaine, une partie de sel fixe de tartre bien pur ou de sel de soude;

2°. De jeter sur ce mélange la quantité d'eau nécessaire pour éteindre la chaux avec chaleur, sifflement, &c.

3°. De l'agiter avec une spatule de verre pour présenter successivement au contact de la chaux tout l'alkali, & de le laisser jusqu'à ce que la chaux soit en poudre & bien refroidie;

4°. D'ajouter alors une assez grande quantité d'eau pour donner au mélange la consistance d'une bouillie épaisse;

5°. De la mettre sur deux linges soutenus par un carret, sous lequel on pose une terrine de grès ou une capsule de verre, & d'y verser assez d'eau pour emporter tout l'alkali.

Ces manipulations successives donnent ordinairement des lessives un peu colorées en jaune, qui ne sont pas encore assez caustiques, puisqu'elles précipitent l'eau de chaux & font une légère effervescence avec les acides, en raison d'un peu d'acide craieux qu'elles retiennent encore. Pour les en priver entièrement & pour les rendre très-caustiques, il faut les traiter une seconde fois avec une quantité de chaux bien vive égale à celle du premier procédé, & avoir soin de les filtrer dans un vaisseau dans lequel elles ne puissent point avoir le contact de l'air, qui leur communique tou-

jours une certaine quantité d'acide craieux. Dans cette intention, je fais mettre sous le carret destiné à cette seconde filtration, unseau de verre sur lequel on pose un linge couvert d'un papier, & chargé d'une couche de deux ou trois lignes de chaux vive en poudre. Les lessives alkales qui, en se filtrant à travers du carret, lavent l'air, & lui enlèvent une portion d'acide craieux, tombent sur la chaux du second filtre qui les dépouille de la plus petite portion de cet acide qu'elles peuvent contenir, & on les obtient bien blanches & aussi parfaitement caustiques qu'il est possible.

L'évaporation de ces lessives nécessaire pour se procurer les alkalis fixes caustiques dans l'état sec, est l'opération qui présente le plus de difficultés. Les vaisseaux de cuivre, de fer, ceux d'argent, ceux de terre enduits d'une couverture métallique ne peuvent point servir, parce que les alkalis caustiques dissolvent une partie de leur surface, & s'altèrent par cette dissolution. Il n'y a que ceux de verre qui peuvent être employés avec succès. Si on évapore les lessives à l'air, on obtient des alkalis qui ne sont pas assez caustiques pour les expériences exactes, puisqu'ils précipitent

abondamment l'eau de chaux & font une vive effervescence avec les acides, en raison de l'acide craieux que les lessives ont enlevé à l'atmosphère. On est donc obligé de faire cette évaporation dans des vaisseaux fermés. J'ai employé plusieurs fois de grandes cornues de verre pour cette opération; mais j'ai été obligé d'y renoncer, parce que l'évaporation y est très-longue & ne s'y fait sur la fin qu'avec la plus grande difficulté à cause de la densité de la liqueur. Il est souvent arrivé dans ces opérations, que des cornues se sont cassées par les secousses vives & répétées que l'ébullition de la liqueur occasionne. Pour obvier à cet inconvénient, lorsque la moitié du fluide est évaporée dans une grande cornue de verre, je le fais distribuer dans plusieurs autres petites cornues qu'on a soin d'assujettir dans les fourneaux avec des fils de fer, & on évapore ainsi jusqu'à siccité, en conduisant le feu avec ménagement. On obtient par ce procédé un alkali fixe en pains blancs, très-pur, dont la dissolution ne trouble point l'eau de chaux, & ne fait point effervescence avec les acides.

Lorsque ce sel a été préparé avec tous les soins que je viens d'indiquer, il présente plu-

fieurs propriétés qu'il est important de bien connoître. Sa fusibilité est si forte, qu'il se ramollit par une chaleur foible. Il devient très-dur par le froid; lorsqu'il est exposé quelque tems à la température de 4 ou 5 degrés au-dessous de 0, il se durcit tellement qu'on ne peut le mettre en poudre qu'avec beaucoup de difficultés, il saute sous le pilon. Sa déliquescence est telle qu'en quelques minutes, il se couvre de gouttes d'eau, & il prend une consistance onctueuse, lorsqu'il a le contact de l'air; on doit le conserver dans des vaisseaux de verre bien bouché. Il détruit la plus grande partie de la couleur de violette après lui avoir donné une forte teinte verte. Il s'échauffe fortement, lorsqu'on le jette en poudre dans l'eau, & il exhale dans sa dissolution une odeur grasse & lixivielle. Il s'éloigne beaucoup par toutes ces propriétés de l'alkali fixe ordinaire qui contient de l'acide craieux, & qui se refroidit comme tous les sels neutres, lorsqu'on le dissout dans l'eau.

Toutes les difficultés que j'ai éprouvées pour obtenir ce sel dans cet état de pureté, & qui n'ont été indiquées par aucun chimiste, me portent à croire qu'aucun ne l'a encore examiné dans un pareil état, & à avancer que

les propriétés & l'action de l'alkali fixe pur sur un grand nombre de substances ne sont pas encore convenablement connues. Quelques essais commencés sur ce sel combiné avec les métaux, &c. m'autorisent à annoncer qu'il est susceptible de donner naissance à des altérations & à des combinaisons chimiques que l'on n'a pas même soupçonnées, ce que je démontrerai dans un travail particulier sur cet objet.



R É F L E X I O N S

Sur la nécessité d'employer l'alkali volatil en état de gaz dans les expériences délicates de la chimie.

A V A N T qu'on connût la différence de l'alkali volatil pur ou caustique d'avec celui qui est solide, cristallisé & effervescent, avant qu'on sût que ce dernier est un sel neutre, on commettoit, sans en être prévenu, des erreurs très-graves dans la plupart des expériences chimiques où on vouloit employer ces deux substances. La découverte du célèbre M. BLACK a été un trait de lumière pour les chimistes, & elle a redifié les erreurs commises par GEOFFROY & par tous ceux qui l'ont imité dans la construction des tables d'affinités. Elle a appris que la chaux avoit plus d'affinité avec les acides que l'alkali volatil pur, & que si GEOFFROY avoit regardé ce dernier comme capable de décomposer les sels neutres calcaires, c'est qu'il l'avoit employé dans l'état de sel neutre, combiné avec l'acide craieux & agissant par une double affinité.

Mais malgré les connoissances exactes acquises aujourd'hui sur la pureté de l'alkali volatil caustique ou fluor, ce sel ne présente pas toujours ses propriétés d'une manière sûre, & on est souvent étonné de lui voir opérer des décompositions & des précipitations auxquelles on n'auroit pas dû s'attendre. De l'alkali volatil pur conservé quelque tems dans un flacon mal bouché ou débouché, ou même dans un flacon qu'il ne remplit qu'en partie, & dont la moitié ou les deux tiers restent vides, de manière qu'il soit plus ou moins long-tems exposé au contact de l'air, perd bientôt sa causticité, attire l'acide craieus de l'atmosphère, & se neutralise au point de présenter ensuite des résultats différens avec les substances sur lesquelles il ne devoit avoir que peu d'action. Je me suis convaincu de la vérité de cette assertion par un grand nombre d'expériences, dont la première, dûe au hasard, m'a conduit à me tenir sur mes gardes relativement aux propriétés que j'annonçois avec assurance, & qui ne se sont point toujours présentées comme je l'avois dit.

En faisant l'histoire des sels calcaires & des sels à base de magnésie dans une de mes Leçons, en 1779, j'avois assuré que l'alkali

volatil pur ou caustique ne décomposoit que les derniers sels & n'avoit aucune prise sur les premiers. Voulant prouver cette assertion par l'expérience, je versai de l'alkali volatil caustique préparé depuis plusieurs mois, & qui ne remplissoit que le tiers d'un grand flacon, dans des dissolutions de nitre & de sel marin calcaires; mais il s'opéra contre mon attente, des précipitations qui, quoiqu'assez légères & beaucoup moins considérables que celles que le même alkali produisoit dans les sels neutres magnésiens, étoient cependant capables de laisser du doute sur la proposition que j'avois avancée. Ce contre-tems toujours désagréable dans des expériences faites en public, me força à chercher ce qui avoit pu lui donner naissance. J'étois sûr de la pureté de mes sels calcaires que j'avois préparés moi-même avec beaucoup de soin; cela ne pouvoit dépendre que de l'alkali volatil. Je portai toute mon attention sur ce dernier, & je ne fus pas long-tems sans découvrir à quoi étoit due l'erreur que j'avois commise sans m'en douter. L'alkali volatil qui avoit été préparé depuis environ cinq mois, n'avoit jamais exactement rempli le flacon où il étoit contenu; je m'étois assuré en le versant dans ce vaisseau, après l'avoir obtenu

obtenu par le procédé de M. WOLFF, qu'il étoit parfaitement caustique, ne faisoit nulle effervescence avec les acides, & ne troubloit pas l'eau de chaux. Examiné après ma leçon, je trouvai que son mélange avec l'esprit de vitriol dégageoit quelques bulles avec lenteur, mais très-sensiblement pour des yeux habitués à observer des expériences chimiques; versé sur l'eau de chaux, il y occasionna un léger précipité qui m'indiqua qu'il contenoit de l'acide craieux. Je fus alors convaincu que le nuage produit par cet alkali volatil dans les dissolutions de sels calcaires, dépendoit de cette portion d'acide craieux, & du jeu d'une double affinité; mais il me restoit à découvrir d'où pouvoit venir cet acide, & comment il s'étoit uni à l'alkali volatil enfermé pur & très-caustique dans un flacon bien bouché. Il n'y avoit que des expériences qui fussent capables de répondre à cette question, & de me donner la solution de ce problème chimique que le hasard m'avoit fait découvrir, & auquel plusieurs autres faits que j'avois observés en 1776 & 1777, tenoient de près. En conséquence, je préparai sur-le-champ avec toute l'attention & toute l'exactitude possible, de l'alkali volatil très-caustique, par le procédé de M. WOLFF;

je m'assurai de sa pureté par l'eau de chaux qu'il ne troubla en aucune manière. Je distribuai cet alkali dans quatre flacons d'une manière différente ; j'en remplis un entièrement & je le bouchai avec soin, les trois autres ne furent remplis qu'en partie, l'un à la moitié, l'autre au tiers, & le troisième au sixième environ de sa capacité. On débouchoit environ de 6 en 6 heures chacun de ces trois derniers flacons, & on les tenoit débouchés pendant 4 ou 5 minutes chaque fois. Au bout de huit jours, j'examinai ces quatre portions du même alkali : celui qui remplissoit entièrement le flacon, & qui n'avoit point été débouché, ne formoit aucun nuage, aucune précipitation apparente dans l'eau de chaux ; les trois autres portions contenues dans des flacons en partie vides & débouchés souvent, produisoient un précipité sensible dans cette liqueur alkaline, mais d'autant plus remarquable que l'alkali volatil avoit été en moindre quantité dans le flacon qui le contenoit.

Cette expérience m'apprit que ce sel attiroit de l'air avec lequel il étoit en contact, l'acide craieux qui y est toujours contenu (1) ; je m'as-

(1) M. BERGMAN a fait la même remarque, mais je n'en ai eu connoissance que trois ans après ma pre-

furai encore plus positivement de ce fait par deux autres expériences aussi positives que les premières. Je pris une portion de l'alkali volatil bien pur conservé dans le flacon plein & bien bouché ; je l'exposai dans un verre au contact de l'atmosphère , & au bout de quelques heures , je l'essayai avec l'eau de chaux , il présenta une précipitation manifeste. Une certaine quantité d'eau de chaux à laquelle j'avois uni quelques gouttes d'alkali volatil bien caustique qui n'y avoit occasionné aucun nuage , s'est troublée sensiblement , & a laissé précipiter de la craie , après avoir été exposée à l'air pendant quelque tems ; dans ce dernier cas , le précipité ne ressembloit point du tout à la pellicule qui se forme à la surface de l'eau de chaux exposée seule à l'air , c'étoit un nuage bien formé & suspendu d'abord au haut de la liqueur , qui peu à peu a été troublée dans toutes ses parties.

Averti par ces faits , j'ai eu recours à un procédé fort simple , pour avoir , dans toutes les circonstances , de l'alkali volatil très-pur & très-caustique pour la réussite des expériences

mière observation , par la traduction de M. DE MORVEAU , page 405 , à la fin.

ces où il est nécessaire d'avoir ce sel dans un grand état de pureté. Comme il n'est pas possible de conserver dans des flacons toujours pleins de l'alkali volatil caustique, j'ai pensé qu'en le chauffant légèrement dans une cornue, la portion du gaz alkalin pur beaucoup plus volatil que celle qui est unie à l'acide craieux attiré de l'air atmosphérique, s'éleveroit seule. D'après cela, voici le procédé que j'emploie avec un succès constant, lorsque je veux mêler l'alkali volatil pur à quelque liqueur sur laquelle je désire connoître son action. Je mets dans une petite cornue de verre à long bec¹, la moitié environ de sa capacité d'alkali volatil fluor qui a été exposé à l'air, & qui peut en avoir attiré de l'acide craieux; je chauffe le fond de la cornue en l'exposant sur un petit fourneau portatif; dès que l'alkali volatil commence à donner quelques bouillons, & que son odeur se fait sentir vivement, je plonge le bec de la cornue dans la liqueur que je veux mêler avec l'alkali. Le gaz alkalin pur qui se dégage s'y répand bientôt & y produit l'effet que j'en attends. C'est par ce moyen qu'on décompose avec certitude les sels magnésiens, argileux & métalliques. Je l'ai proposé pour l'analyse des eaux

& pour y reconnoître la présence de ces substances salines , sans avoir à craindre que l'acide craieux uni avec l'alkali volatil, comme il l'est souvent dans ce sel conservé depuis quelque tems , ne donne naissance à des affinités doubles & n'opère la décomposition des sels calcaires , ce qui feroit une complication d'effets difficiles à apprécier , comme cela a lieu dans le mélange des alkalis fixes avec les eaux.

Ce procédé a encore l'avantage de pouvoir servir à la rectification de l'alkali volatil fluor, sali par quelques matières grasses , & tel qu'il existe quelquefois dans les laboratoires de chimie. Il suffit pour cela de mettre cet esprit alkalin dans une cornue placée sur un bain de sable , d'adapter à ce vaisseau un syphon à deux branches , dont l'inférieure ou verticale soit plongée dans une bouteille pleine d'eau distillée ; à une douce chaleur , le gaz alkalin se volatilise le premier , & sans entraîner la portion de matière grasse qui l'altère ; il va se dissoudre dans l'eau qui s'échauffe en s'y combinant , & se sature de tout ce qu'elle peut en dissoudre. Tel est le moyen qu'on doit employer pour obtenir la portion d'alkali volatil séparé des matières grasses qui l'altèrent

& le colorent, dans la portion de ce sel qui se condense dans le premier ballon de l'appareil de WOLF, & qui est toujours plus ou moins sali par la matière huileuse contenue dans le sel ammoniac du commerce.



NOUVELLE THÉORIE

*De la déliquescence & de l'efflorescence
des sels neutres.*

LA déliquescence & l'efflorescence sont un des phénomènes les plus singuliers que présentent les sels neutres. Il m'a toujours semblé que les chimistes n'avoient pas fait assez d'attention à ces effets de l'air sur ces substances, & qu'ils n'en avoient pas expliqué convenablement la cause. En effet, dire qu'un sel attire l'humidité de l'air, & qu'un autre perd l'eau de sa cristallisation, c'est énoncer simplement le phénomène, mais sans en rendre aucune raison. Je crois cependant qu'on peut pénétrer plus avant, & découvrir par l'observation ce qui se passe dans ces deux cas, & les loix naturelles auxquelles ces deux effets obéissent.

Pour faire connoître ce que je pense sur la déliquescence & l'efflorescence, il est nécessaire de jeter auparavant un coup d'œil sur la nature & les propriétés des sels neutres. J'observerai d'abord que ces substances n'attirent jamais l'humidité de l'atmosphère, &

ne perdent l'eau qui leur est unie, que lorsqu'ils sont sous une forme cristalline & régulière. Ces propriétés tiennent à leur état cristallin, & c'est comme cristaux salins plutôt que comme sels qu'ils en jouissent. Cette première observation nous conduit à une seconde tout aussi importante, savoir, qu'un sel cristallisé est un composé chimique du sel neutre & d'eau; que l'eau forme un des principes immédiats du cristal, & peut-être même la base de la cristallisation ou de la figure régulière. Un sel cristallisé est donc plus composé qu'un sel qui n'a point de forme cristalline; & plus sa forme est régulière, plus il contient d'eau. Ce fait est si vrai, que les sels qui contiennent beaucoup d'eau de cristallisation, sont ceux qui cristallisent le plus facilement & avec le plus de promptitude.

Une troisième observation qui me semble avoir échappé aux chimistes, c'est qu'il y a dans les sels neutres plusieurs propriétés analogues entr'elles, & qui se suivent constamment. Il en est qui accompagnent toujours la déliquescence & l'efflorescence, & voici celles que je crois important de distinguer sous ce point de vue.

En général les sels neutres qui cristallisent

par refroidissement, sont prismatiques, allongés, très-transparens; on les obtient facilement sous une très-belle forme; ils ont une faveur fraîche, & produisent un froid assez vif dans leur dissolution; ils éprouvent tous, lorsqu'on les chauffe, la fusion aqueuse, ils se dessèchent bientôt & deviennent alors plus ou moins difficiles à fondre, ou n'éprouvent qu'à un feu plus fort la véritable fusion ignée. Tous ces sels sont constamment efflorescens, tels sont en particulier, le sel de GLAUBER, la soude craieuse, le sel d'Epsom, l'alun, le borax, &c. Il paroît donc que toutes les propriétés qui existent ensemble dans les mêmes sels tiennent à la même cause ou dépendent du même principe. C'est sans doute à la grande quantité d'eau qu'ils renferment dans leurs cristaux, que sont dus ces phénomènes, ainsi qu'à la facilité que ce fluide presque surabondant a pour s'en séparer.

Au contraire, tous les sels qui cristallisent par évaporation lente, considérés en général, affectent plutôt la forme pyramidale ou cubique, que la prismatique; leur transparence est moins belle & moins marquée; on ne les fait cristalliser qu'avec difficulté, & on les a rarement sous une forme très-régulière; leur

faveur est beaucoup moins fraîche que celle des précédens, souvent même ils excitent sur la langue une sensation de chaleur plus ou moins vive ; le froid qu'ils donnent dans leur dissolution est bien moins marqué ; exposés au feu, souvent ils se brisent & décrépitent plutôt que d'éprouver la fusion aqueuse ; le tartre vitriolé, le nitre cubique, le sel fébrifuge, les sels neutres calcaires & magnésiens sont particulièrement dans ce cas. Il est vrai que plusieurs de ces sels ne sont ni efflorescens, ni déliquescens ; mais la plupart présentent la dernière de ces propriétés.

Ces effets étant reconnus analogues, il ne me sera plus difficile d'indiquer la cause de l'efflorescence & de la déliquescence. Tous les sels efflorescens contenant une grande quantité d'eau dans leurs cristaux, paroissent être saturés de ce principe. Ils le perdent avec beaucoup de facilité, & ils n'y adhèrent que foiblement. L'air qui les frappe est capable de la leur enlever, mais non pas par le simple contact, ou par une percussion mécanique. Il agit par une énergie chimique, il a plus d'affinité avec l'eau que n'en a le sel, & à l'aide de cette force, il décompose le cristal salin. C'est ainsi que le sel, de transparent

& régulier, devient blanc, opaque, farineux & perd entièrement sa forme solide & régulière.

On conçoit d'après cela, 1°. pourquoi on conserve sans altération les sels efflorescens, en les arrosant d'une petite quantité d'eau, comme on le pratique pour le sel de GLAUBER, le sel de soude cristallisé, &c. Dans ce cas, l'air trouvant une couche d'eau qui recouvre le sel, s'empare de ce fluide libre & le dissout avant de toucher à celui qui est uni au sel, & comme emprisonné sous les lames salines. 2°. Par quelle raison les sels neutres s'effleurissent d'autant plus vite que l'air est plus sec & chaud, & conservent leur transparence & leur forme beaucoup plus long-tems, lorsque l'atmosphère est froide & humide. L'efflorescence est donc une décomposition des cristaux salins par l'air qui en sépare l'eau, & en mettant une grande quantité de sels efflorescens dans un petit volume d'air, ce dernier devient nécessairement humide; en même tems que les matières salines se desèchent. Je me suis assuré de ce fait par une expérience fort simple; j'ai couvert une capsule remplie de cristaux de sel de GLAUBER, les plus petits que j'ai pu trouver, d'une grande cloche pleine d'air atmosphérique bien sec; j'ai luté les

bords de cette cloche sur un plateau de bois qui soutenoit la capsule. Lorsqu'au bout de quelques jours , la surface du sel m'a paru suffisamment effleurie, j'ai enlevé la cloche que j'ai portée & lutée sur-le-champ sur une autre support contenant une petite capsule de verre dans laquelle j'avois mis une once d'huile de vitriol concentrée, & d'une pesanteur connue. J'ai exposé à l'air dans une capsule de verre découverte une once du même acide ; & ayant pesé chacun de ces acides au bout de quatre heures, j'ai trouvé dans celui qui avoit été renfermé dans l'air humecté par l'efflorescence, six grains de plus que dans l'huile de vitriol exposée à l'air atmosphérique. Cette augmentation de poids ne peut venir que d'une plus grande quantité d'eau contenue dans l'air de la cloche que dans celui de l'atmosphère, & cette humidité produite par l'efflorescence du sel de GLAUBER, prouve l'assertion que j'ai avancée.

La déliquescence est un phénomène absolument inverse. Dans l'efflorescence, c'est le cristal salin qui est décomposé par l'air ; dans celle-ci au contraire c'est l'air qui est décomposé par le cristal salin ; l'une humecte l'air, l'autre le dessèche sensiblement. En effet la déliquescence

n'a lieu que parce que le sel déliquescent a plus d'affinité avec l'eau que n'en a l'air atmosphérique, & attire une portion de ce fluide répandu en vapeur dans l'atmosphère; c'est pour cela que plus l'atmosphère est humide, plus les sels tombent facilement en *deliquium*, & qu'on a proposé plusieurs d'entre les sels déliquescents pour servir d'hygromètre.

Telle est la théorie par laquelle je crois qu'on peut expliquer l'altération des sels exposés à l'air. Elle rentre dans toutes les autres théories chimiques, & elle est d'accord avec tous les faits connus sur l'efflorescence & la déliquescence. D'ailleurs elle éloigne les explications physiques & mécaniques qu'on avoit données jusqu'actuellement sur ces phénomènes, & elle en fait concevoir plus clairement la cause.



O B S E R V A T I O N

Sur l'impureté du sel d'Epsom du commerce, & sur le sel marin de magnésie qui lui est uni.

LE véritable sel d'Epsom ou le sel d'Epsom d'Angleterre, est aujourd'hui beaucoup mieux connu des chimistes qu'il ne l'étoit autrefois. On n'a plus de doute sur son existence particulière, & sur sa différence d'avec le sel de GLAUBER. On fait que c'est une combinaison naturelle d'acide vitriolique & d'une substance salino-terreuse que M. BLACK a appelée magnésie, & dans laquelle il a trouvé des propriétés fort différentes de celles de la chaux & de la craie; c'est pour cela que quelques chimistes & M. BERGMAN en particulier ont proposé d'appeller le sel d'Epsom *vitriol de magnésie*, pour indiquer sa nature par son nom. On ne peut donc plus le confondre avec le faux sel d'Epsom de Lorraine, qui n'est que du sel de GLAUBER dont on a troublé la cristallisation. Un peu d'eau de chaux, d'alkali volatil, ou d'alkali fixe suffit pour le

reconnoître & le distinguer , puisque toutes ces substances le décomposent & précipitent sa dissolution , tandis qu'elles ne font éprouver aucune altération au sel de GLAUBER.

On a cru pendant quelque tems que le sel d'Epsom différoit du sel de GLAUBER , en ce qu'il attiroit l'humidité de l'air , tandis que le dernier perd son eau de cristallisation & s'effleurit. M. MACQUER regarde le sel d'Epsom comme légèrement déliquescent , puisqu'il dit (1) *que ce sel s'humecte un peu lorsqu'il est exposé pendant quelque tems à un air qui n'est pas très-sec.* Ayant obtenu en 1777, une très-belle cristallisation de sel d'Epsom , d'une dissolution oubliée pendant long-tems , j'observai que ses cristaux prismatiques quadrangulaires très-gros & très-transparens , exposés à l'air , se couvroient au bout de quelque tems d'une efflorescence , à la vérité très-légère , & sans perdre sensiblement leur forme , comme cela a lieu dans le sel de GLAUBER , dans la soude craieuse & dans plusieurs autres sels ; mais ce phénomène fort différent de ce qui étoit annoncé par un chimiste aussi célèbre

(1) Dictionnaire de Chimie , nouv. édit. art. *magnésie du sel d'Epsom.*

& aussi vrai que M. MACQUER, me fit naître l'envie de faire des expériences sur le sel d'Epſom humide & tel qu'il vient d'Angleterre, pour le comparer à celui qui est purifié par une cristallisation lente, & qui n'offre point une pareille altération, puisqu'il perd au contraire peu à peu l'eau qui fait partie de ses cristaux.

Je pris pour cet effet une livre de sel d'Epſom d'Angleterre, je le fis dissoudre dans suffisante quantité d'eau chaude à 60 degrés du thermomètre de RÉAUMUR, & je mis cette dissolution à cristalliser; lorsque j'eus obtenu en trois cristallisations successives douze onces & quelques gros de sel, je fis évaporer l'eau-mère à siccité, & j'obtins près de quatre onces d'un sel blanc informe pulvérulent, que je laissai exposé à l'air, en même tems que quatre onces de sel cristallisé par le refroidissement & le repos; ce dernier n'éprouva point de déliquescence sensible en huit jours de tems, mais il perdit une partie de sa transparence, tandis que le sel pulvérulent attira assez fortement l'humidité de l'air, se pelotonna dans le milieu de la capsule qui le contenoit, & s'humecta encore plus sur ses bords; je ne doutai pas alors que je n'eusse séparé du véritable sel d'Epſom, la matière qui étoit la cause de sa légère déliquescence,

déliquescence, & que celle-ci ne fût concentrée & contenue toute entière dans la masse saline fournie par l'évaporation à siccité. Ce fut donc sur cette dernière que je tournai mes vues, & je la soumis aux expériences suivantes.

Deux onces d'eau froide avec laquelle je la lessivai, furent évaporées jusqu'à réduction de six gros & ne donnèrent point de cristaux au bout de huit jours de repos. La liqueur évaporée jusqu'à deux gros se prit en gelée par le refroidissement & m'indiqua la présence du sel marin de magnésie. Je la fis entièrement dessécher, je versai sur une partie du résidu de l'huile de vitriol concentrée; elle en dégagait avec vive effervescence des vapeurs très-reconnoissables d'acide marin; lorsque tout cet acide fut dissipé, & que l'huile de vitriol n'y produisit plus d'action, je dissolvais le résidu dans l'eau chaude, & j'obtins par l'évaporation & le refroidissement de véritable sel d'Epsom. Je trouvai par l'évaluation des résultats que le sel d'Epsom d'Angleterre contient environ un cinquantième de sel marin de magnésie.

Ces expériences démontrent, 1°. que le sel d'Epsom bien purifié est efflorescent; 2°. que celui qui arrive d'Angleterre n'attire l'humidité.

dité de l'air que parce qu'il contient du sel marin de magnésie; 3°. qu'il en est de ce sel extrait en grand des eaux de la fontaine d'Épsom, comme du sel marin séparé des eaux de la mer ou des sources salées, & que ce sel marin de magnésie qui les accompagne tous les deux, est beaucoup plus commun dans la nature qu'on ne l'a cru jusqu'actuellement.

M. BERGMAN a trouvé le sel marin de magnésie dans l'eau de seyds-chutz qui contient aussi du vitriol de magnésie (1). L'eau de sedlitz en tient également une petite quantité en dissolution. Ce célèbre chimiste assure même que tous les vitriols de magnésie tirés de différentes eaux, ne présentent entr'eux d'autre différence que la proportion de sel marin de magnésie qui y est toujours mêlé (2). Il est le premier qui ait fait connoître ce fait chimique, & quoique, lorsque je fis mes expériences en 1777 sur le sel d'Épsom, je n'eusse point encore pris connoissance de ses excellens ouvrages, je me fais un devoir de le regarder comme le véritable auteur de cette

(1) Opuscules, dissert. VI, pag. 200, traduct. de M. DE MORVEAU.

(2) Opusc. dissert. XI, pag. 404.

découverte, qui n'est pas assez connue en France, & dont M. MACQUER si exact & si au courant d'ailleurs des connoissances chimiques, n'a fait aucune mention dans la dernière édition de son Dictionnaire.

On ne peut douter que ce sel marin de magnésie toujours mêlé au sel d'Epsom n'ait une action sur l'économie animale, quelque petite que soit sa quantité. La faveur forte de ce sel, sa grande dissolubilité sont des preuves certaines de cette assertion; c'est sans doute à sa présence qu'est dû l'effet beaucoup plus énergique produit par le sel marin gris ou des gabelles, que par ce même sel purifié & cristallisé; effet dont je me suis assuré plusieurs fois en donnant aux mêmes personnes des quantités égales de ce sel dans ces deux états.



R E M A R Q U E S

Sur la différence du foie d'arsenic & du sel neutre arsenical, & sur la cause de cette différence.

P A R M I les découvertes chimiques qui sont dues aux travaux de M. MACQUER, il en est peu d'aussi brillantes & d'aussi importantes pour l'avancement de la chimie, que celle du sel neutre arsenical. Les propriétés de cette combinaison saline ont d'autant plus frappé ce savant, qu'elles sont singulièrement différentes de celles de l'union immédiate de la chaux d'arsenic avec l'alkali fixe végétal. Depuis les recherches de MM. SCHÈELE & BERGMAN on fait que cette différence dépend de l'acide nitreux qui agit sur la chaux d'arsenic, à mesure que cette dernière le dégage de l'alkali fixe. Ces chimistes croient que l'acide nitreux enlève un reste de phlogistique uni à la chaux d'arsenic, & la fait passer à l'état d'un acide particulier qu'ils appellent acide arsenical. Telle est la manière dont STAHL auroit expliqué la formation du sel neutre arsenical & sa différence

d'avec le foie d'arsenic, si la belle découverte de M. MACQUER avoit été faite de son tems; mais s'il est certain aujourd'hui que toutes les fois que le phlogistique se dégage d'un corps, l'air pur en prend la place, comme cela a lieu dans la combustion, la calcination, la dissolution des métaux, &c. ce phénomène doit donc entrer pour quelque chose dans la formation de l'acide arsenical, quoique MM. SCHÈELE & BERGMAN n'en aient fait aucune mention. Il paroît qu'en combinant ces deux effets relatifs du phlogistique & de l'air pur, on explique clairement la production de l'acide & du sel neutre arsenical, & l'on conçoit avec beaucoup de facilité tous les phénomènes qui ont lieu dans cette expérience. Je dois faire observer que cette explication est fondée sur les connoissances que l'on a aujourd'hui sur l'acide nitreux.

Quand on distille un mélange de nitre ou d'acide nitreux & d'arsenic, ce dernier qui contient du phlogistique, réagit sur l'acide nitreux, en sépare une partie d'air pur, en même-tems qu'il lui communique son principe inflammable. C'est pour cela que l'acide nitreux passe en vapeurs rouges très-difficiles à coercer, ce qui avoit déjà été observé par KUNKEL, l'air

pur précipité de l'acide nitreux se fixe dans l'arsenic déphlogistiqué; il résulte de cette combinaison une substance acide susceptible de s'unir aux bases alkales, & de former avec elles des sels neutres particuliers.

Si au contraire on combine immédiatement l'arsenic blanc avec l'alkali fixe, l'arsenic retient la portion de phlogistique qui lui est unie, & ne trouve point d'air pur qui puisse l'en dégager & s'unir avec lui, il reste comme chaux métallique, sans passer à l'état d'acide; sa combinaison avec l'alkali n'est point neutre, ce dernier n'est pas saturé, & il en résulte un composé foible, facile à détruire, que M. MACQUER a appelé foie d'arsenic, & qui a la propriété d'être décomposé par tous les acides.

Cette théorie simple, qui n'est que l'induction de faits bien connus, vient à l'appui de celle que j'ai proposée sur la nature de toutes les substances salines considérées en général. Elle pourra également s'appliquer à la formation de tous les acides nouvellement connus & indiqués par les chimistes suédois, & en particulier à l'acide marin déphlogistiqué, à l'eau régale, à l'acide de la plombagine, à celui du sucre, &c.

Il est très-nécessaire de remarquer que ces acides n'existent pas tout formés dans les corps qui servent à les préparer, & que ces différentes substances n'en contiennent qu'un des principes qui, séparé du phlogistique, & uni avec l'air pur, passe alors à l'état d'un acide dont la différence d'avec les autres sels de la même nature, dépend entièrement de cette base. Cet objet mérite au reste une discussion particulière, & je m'en occuperai plus en détail dans une autre circonstance.



E X A M E N

Des phénomènes que présente l'alkali fixe caustique , lorsqu'on le triture à froid avec le Kermès minéral , le soufre & l'antimoine.

DEPUIS que l'usage du Kermès minéral a été adopté en médecine , les praticiens observateurs ont reconnu que ce médicament n'est pas toujours d'une énergie constante ; les chimistes savent aujourd'hui que cette variété d'action dépend de la diversité des matières qu'on emploie , du procédé qu'on suit dans la préparation , & de plusieurs autres circonstances qu'il n'est pas de notre objet d'examiner ici.

Les recherches suivies que nous avons entreprises , M. le duc DE LA ROCHEFOUCAULD & moi , sur le Kermès minéral , nous ont démontré qu'une des causes qui influoient le plus sur sa nature , & par conséquent sur ses effets , consistoit dans la manière de le laver. En examinant plusieurs Kermès pris chez différens pharmaciens , la lessive de ces substances faite avec de l'eau bien chaude nous a fait obte-

nir de quelques-uns une certaine quantité de foie de soufre, tandis que plusieurs autres ne nous ont rien offert de semblable. Quoiqu'il soit aisé de concevoir qu'un Kermès qui contient de l'alkali peut être utile dans plusieurs circonstances, il est certain que l'intention des médecins a été jusqu'aujourd'hui d'employer ce médicament bien dépouillé des matières salines. On doit donc chercher avec empressement les moyens de reconnoître la pureté du Kermès.

La faveur hépatique, le lavage à l'eau bouillante, la trituration du Kermès avec le sel ammoniac, sont autant de moyens connus des chimistes, & dont ils se servent pour juger de l'état de ce médicament; mais parmi ces moyens, les uns demandent une manipulation longue, les autres ne se manifestent que par des signes équivoques, & dont tous les hommes ne peuvent pas juger avec la même certitude; il seroit donc utile de trouver un procédé prompt, & qui fût à l'abri des reproches qu'on peut faire à ceux que je viens d'indiquer.

Le hasard, qui est souvent en chimie la source des plus importantes découvertes m'en a fourni un auquel je dois avouer que je n'aurois jamais été conduit par le raisonnement. En m'occupant

des recherches sur le Kermès que j'ai déjà annoncées, il entroit dans notre plan de combiner cette substance avec tous les dissolvans connus, & spécialement avec les alkalis. Ayant trituré dans un mortier de verre du Kermès bien lavé avec de l'alkali fixe végétal caustique très-pur, je m'apperçus que, dès les premiers mouvemens du pilon, le mélange s'échauffoit, se ramollissoit & exhaloit une odeur particulière & légèrement fétide; en continuant de triturer ces deux matières, de sèches qu'elles étoient, elles prirent bientôt la consistance d'un extrait mou; la couleur rouge du Kermès disparut, & il lui succéda un beau jaune citron; la chaleur augmenta, & l'odeur qui s'en exhaloit ressembloit à celle des végétaux porracés qui se pourrissent. Surpris de ce phénomène auquel je ne m'attendois pas, je l'attribuai d'abord à la réaction forte de l'alkali fixe caustique sur le Kermès; ayant voulu répéter l'expérience avec plusieurs Kermès différens les uns des autres, quelques-uns ne produisirent point le même effet, quoique traités avec le même alkali, & dans des circonstances parfaitement égales; cette différence me fit appercevoir que la réaction de la pierre à cautère étoit relative aux diverses espèces

de Kermès, & je comparai alors ces derniers les uns aux autres ; je fus bientôt en état d'observer que le Kermès bien pur & ne contenant point d'alkali, se ramollissoit constamment & étoit décomposé sur-le-champ par la pierre à cautère, tandis que du Kermès qui contenoit de l'alkali n'éprouvoit point de la part de ce sel la même altération ; voici les expériences qui me conduisirent à cette vérité. Je lavai avec une grande quantité d'eau chaude du Kermès que l'alkali caustique ne décomposoit point à froid. Après l'avoir filtré, je le soumis à la presse, pour en séparer exactement les dernières portions d'eau alkaline dont il reste toujours impregné sans cette précaution. Je le fis sécher à l'air, & l'ayant trituré avec de l'alkali caustique, il fut ramolli & décomposé sur-le-champ ; d'une autre part, je mêlai un peu de sel fixe de tartre avec du Kermès bien lavé & très-altérable par l'alkali fixe caustique ; je l'essayai quelque tems après avec la pierre à cautère, il ne fut point décomposé avec la même activité que le Kermès pur ; des essais ultérieurs m'apprirent qu'un douzième d'alkali mêlé avec ce médicament le rendoit presque inaltérable par ce sel dans l'état de causticité ; je ferai observer que pour

réussir dans cette expérience, il faut avoir soin d'employer un alkali très-pur & très-caustique; en effet, l'ayant répétée avec les pierres à cautère préparées dans les pharmacies, & qui ne sont ni assez pures, ni assez caustiques pour les recherches délicates de la chimie, elle m'a rarement réussi.

La masse molle & jaune qui résulte de cette trituration du Kermès avec l'alkali caustique est un véritable foie de soufre antimonié; il est en entier soluble dans l'eau, il attire l'humidité de l'air; les acides en précipitent du soufre doré; il suffit même qu'il soit exposé au contact d'une vapeur acide, pour qu'il prenne rapidement une belle couleur orangée, ainsi que j'ai eu plusieurs fois occasion de l'observer dans mon laboratoire.

La dissolution de ce nouveau foie de soufre antimonié dans l'eau & dans l'esprit-de vin m'a présenté des phénomènes singuliers que je crois devoir faire connoître ici, parce qu'ils peuvent être utiles à la médecine. Deux gros de Kermès triturés avec deux gros d'alkali fixe caustique ont donné une masse jaune citronnée, qui a été complètement dissoute dans douze onces d'eau distillée par la simple trituration à froid; cette liqueur versée sur un

filtre a passé très-claire, sans couleur, & ne différant point de l'eau pure par son aspect; il ne restoit que quelques grains de poudre blanche insoluble sur le filtre. Cette dissolution avoit une saveur forte & hépatique, elle moussoit par l'agitation; exposée à l'air, elle est devenue louche & blanchâtre au bout d'une heure; conservée dans un flacon de cristal bien bouché, elle a déposé au bout de trois semaines sur ses parois, une croute brune & brillante, mais sans se troubler & en conservant toujours sa couleur blanche. Cette liqueur hépatique antimoniale m'a donné avec tous les acides un soufre doré abondant & très-beau.

J'ai trituré une demi-once de foie de soufre antimonié préparé comme le premier, en versant peu-à-peu dans le mortier deux onces d'esprit-de-vin donnant 30 degrés à l'aréomètre de M. BAUMÉ. Ce fluide ne s'est point mêlé sensiblement avec la masse molle; cependant après un quart d'heure de trituration, le foie de soufre de Kermès a été ramolli; il a pris peu-à-peu une consistance comme huileuse, & l'esprit-de-vin légèrement trouble a acquis une couleur jaune; j'ai mis le mélange dans un matras & je l'ai exposé sur un bain de

fable médiocrement chaud, l'esprit-de-vin a bientôt pris une couleur brune presque noire; le foie de soufre antimonié a paru s'y dissoudre en grande partie; on a filtré, la liqueur a passé rouge & bien claire; en refroidissant, elle s'est troublée & elle s'est séparée en deux couches, la supérieure brune & comme huileuse, l'inférieure d'un gris blanc & plus opaque. Ces deux liqueurs ne se mêloient point; après une vive agitation, elles reprenoient chacune leur place en raison de leur pesanteur; le fluide brun se rassembloit au-dessus du blanc sous la forme de gouttes qui parcourroient rapidement ce dernier. Quoique beaucoup de chimistes, & en particulier GLAUBER, DIPPPEL, ROTROU, DIETERICH, MODEL & M. PARMENTIER, aient parlé de teintures d'antimoine, comme aucun d'eux n'a fait mention des deux liqueurs que présente celle que j'ai annoncée, la singularité de ce phénomène m'engagea à examiner chacune de ces deux liqueurs; je les séparai l'une de l'autre par le moyen d'un entonnoir; l'inférieure qui étoit blanche & trouble n'avoit qu'une odeur très-faiblement hépatique; elle pesoit environ une once; étendue dans douze onces d'eau distillée, elle a donné un précipité blanc, ainsi que le fait

le beurre d'antimoine, mais beaucoup moins abondant ; on a filtré, la liqueur a passé claire ; les acides en ont précipité une grande quantité de soufre doré ; elle contenoit donc du foie de soufre antimonié. La liqueur brune & supérieure, beaucoup plus volumineuse que la blanche, a été mêlée avec douze onces d'eau distillée ; elle s'y est dissoute facilement & sans aucune précipitation, elle a donné à ce fluide une couleur orangée très-belle ; cette dissolution a passé moins facilement par le filtre que la première liqueur ; elle n'a jamais eu une aussi belle transparence qu'elle ; son odeur étoit beaucoup plus fétide ; les acides n'y ont point opéré de précipité sensible ; de forte que, malgré sa couleur plus foncée & son odeur plus vive, elle contenoit beaucoup moins de Kermès, mais beaucoup plus de gaz hépatique. Curieux d'examiner une seconde fois cette teinture, j'ai pris deux onces d'esprit-de-vin à 35 degrés pour dissoudre un mélange d'un gros de Kermès & d'un gros d'alkali fixe caustique, cette dissolution ne m'a pas réussi ; le tems ne m'ayant point permis de la répéter un assez grand nombre de fois, je ne puis encore décider à quelle circonstance est dû ce défaut de succès.

Quant à la cause de l'action de l'alkali fixé caustique sur le Kermès, j'ai cherché à la reconnoître par plusieurs expériences. Les travaux de MM. MODEL, PARMENTIER, DÉYEUX, & les recherches que nous avons faites M. le duc DE LA ROCHEFOUCAULD & moi, nous font regarder le Kermès comme un composé de soufre & de chaux d'antimoine dans un état de division extrême & colorés par le gaz hépatique. Pour savoir lequel de ces trois corps déterminoit l'action vive de l'alkali, j'ai examiné l'action de ce sel sur chacun d'eux en particulier. Quoiqu'il ait éprouvé une altération sensible par le gaz hépatique, & quoiqu'il m'ait paru agir sur la chaux d'antimoine, sa réaction sur le soufre ayant été plus vive & plus relative à notre objet, je n'insisterai ici que sur cette dernière.

J'ai trituré un gros de soufre en poudre avec un gros d'alkali fixe caustique dans un mortier de verre. Dans les premiers instans, ces deux matières ne paroissent point avoir d'action à froid l'une sur l'autre. Cependant appercevant que les bords du mélange se coloroient sensiblement en orangé, j'ai continué la trituration, & en quelques minutes la couleur citrine du soufre s'est foncée, les deux
substances

substances sèches se sont ramollies, bientôt elles ont pris une couleur orangée brillante, & la consistance d'un opiate mou; le mélange avoit acquis une chaleur sensible; il s'en exhaloit une odeur fétide & si analogue à celle des pierres que l'on retire des vieilles latrines, que je ne connois point d'odeurs comparées avec plus d'exactitude. J'ai versé sur ce mélange six onces d'eau distillée froide, il s'est dissous complètement excepté une petite portion de soufre échappé à l'action de l'alkali. J'ai filtré, la liqueur a passé claire & d'une belle couleur dorée; elle avoit l'odeur fétide des hépars; sa surface laissoit déposer du soufre par le contact de l'air, & les acides en précipitoient ce corps combustible avec dégagement d'odeur hépatique très-forte; il s'est donc formé dans cette expérience un véritable foie de soufre à froid & par la simple trituration; fait qui, à ma connoissance, n'a encore été annoncé par aucun chimiste, & qui explique l'action de l'alkali caustique sur le Kermès.

Dans l'intention de comparer la manière d'agir de ce sel sur l'antimoine, à celle qu'il m'avoit présentée sur le soufre & sur le Kermès, j'ai trituré dans un mortier de verre deux

gros d'alkali fixe caustique avec quantité égale d'antimoine réduit en poudre fine. Presque sur-le-champ le mélange s'est ramolli, il s'est échauffé, il a exhalé une odeur légèrement fétide; la couleur noire de l'antimoine & la blanche de l'alkali se sont changées en une couleur d'olive claire; la masse avoit alors la consistance d'un onguent; après l'avoir triturée assez de tems pour qu'il ne restât plus d'antimoine sans altération, je l'ai mise sur un filtre sur lequel j'ai versé une livre d'eau distillée bouillante. La masse verte a pris une couleur orangée foncée, la liqueur a passé claire & de la même nuance; en se refroidissant, elle a déposé une quantité si abondante de Kermès, qu'elle s'est prise en un coagulum épais. J'ai étendu & délayé cette masse bien refroidie dans une pinte d'eau froide; on a filtré, la liqueur a passé claire & légèrement orangée; le Kermès resté sur le filtre étoit très-volumineux, très-léger & d'une belle couleur rouge brune. Je déterminerai dans une autre circonstance la quantité de Kermès que fournit ce nouveau procédé.

Quoique les recherches dont je viens de donner les détails ne soient pas aussi complètes que je l'aurois désiré, elles suffissent

cependant pour démontrer, 1°. que le Kermès bien lavé & bien pur est décomposé sur le-champ & à froid par l'alkali fixe caustique, tandis que le Kermès qui contient de l'alkali ne présente pas la même décomposition, au moins d'une manière aussi frappante; 2°. qu'il se forme dans cette expérience un véritable foie de soufre antimonié très-soluble dans l'eau; 3°. que la dissolution de ce foie de soufre est la seule liqueur hépatique connue qui soit blanche & sans couleur, puisque celle de l'hépar faite à froid par la trituration du soufre & de l'alkali caustique est d'une couleur jaune orangée; 4°. que le Kermès combiné avec l'alkali fixe caustique est soluble dans l'esprit-de-vin, quoique cette dissolution ne paroisse réussir que dans quelques circonstances que le tems ne nous a pas permis d'apprécier; 5°. enfin que l'on peut faire du Kermès à froid en triturant l'alkali fixe caustique avec l'antimoine, & en dissolvant ce mélange dans l'eau bouillante.

Quant aux avantages que ces expériences peuvent procurer à la médecine, il est vraisemblable que le Kermès combiné avec l'alkali & dissous dans l'eau ou dans l'esprit-de-vin, seroit très-incisif & très-fondant, qu'il pourroit être fort utile dans plusieurs affections chro-

niques & en particulier dans les écrouelles, les maladies de la peau & en général toutes celles qui sont produites par l'épaississement de la lymphe, &c. Mais comme ses dissolutions dans l'eau & dans l'esprit-de-vin sont d'une âcreté assez considérable, ce qui les fait différer de la teinture antimoniale amère de **MODEL** & de plusieurs autres préparations analogues, je pense qu'on ne doit les employer qu'avec beaucoup de prudence & de ménagement. Je n'insisterai pas ici sur le nouveau procédé que j'ai annoncé pour préparer le Kermès; je ne l'ai indiqué que pour engager les chimistes à le répéter; & il sera décrit avec plus de détail dans les recherches sur ce médicament que nous espérons, M. le duc DE LA ROCHEFOUCAULD & moi, être bientôt en état de publier.



OBSERVATION

Sur la dissolution lente du régule d'antimoine par l'acide marin.

Tous les chimistes savent que l'acide marin n'a qu'une action très-bornée sur le régule d'antimoine, que ce demi-métal ne s'y dissout sensiblement qu'à l'aide d'une chaleur forte, comme l'a observé M. MONNET, & qu'on ne peut combiner intimement ces deux corps que par le mélange & la distillation du régule avec le sublimé corrosif, dans laquelle cet acide plus concentré est aidé par l'action immédiate du feu. La combinaison qui a lieu dans ce cas est susceptible de se sublimer en une matière blanche, caustique, solide, cristalline, déliquescence, que l'eau pure décompose, & que l'on appelle beurre d'antimoine, parce qu'elle se fond à une douce chaleur & se cristallise par le refroidissement. Il passoit pour certain que ce composé antimonial ne pouvoit se former qu'à l'aide de la chaleur, cependant ayant mis par hasard de l'acide marin sur du régule d'antimoine en poudre, & ayant

l'aiſſé ſéjourner ce mélange dans une bouteille bien bouchée , je m'apperçus au bout de quelques mois que l'acide marin avoit acquis un peu de couleur , & que toutes les fois que l'on agitoit la bouteille , il ſe dégageoit du demi-métal qui en occupoit le fond une grande quantité de petites bulles qui venoient crever à la ſurface de l'acide , & qui imitoient une effervescence. Ces phénomènes me paroiffant indiquer une action de la part de l'acide , je décantai ce dernier , j'en jettai quelques gouttes dans de l'eau diſtillée , & il ſe fit ſur-le-champ un précipité blanc très-abondant , & ſemblable à la poudre d'ALGAROTH. Les alkalis en précipitent également une bonne quantité de chaux d'antimoine. En diſtillant cet acide dans une cornue , il ſ'eſt ſublimé vers la fin de la diſtillation un beurre d'antimoine très-blanc & très-pur.

Cette expérience démontre que l'acide marin agit à froid & à l'aide du tems ſur le régule d'antimoine , qu'il le calcine à la manière de tous les autres acides , qu'il tient une partie de ſa chaux en diſſolution , & en plus grande quantité que les acides vitriolique & nitreux , & que cette diſſolution lente a tous les caractères du beurre d'antimoine étendu & diſ-

sous dans une quantité surabondante d'esprit de sel.

Elle apprend encore que les matières qui ne paroissent point avoir d'action les unes sur les autres, au moins dans un court espace de tems & tel que celui qu'on emploie ordinairement aux expériences dans les laboratoires de chimie, se pénètrent cependant à la longue, & se combinent peu à peu, quoique rien ne semble indiquer cette combinaison. C'est d'après cette observation qui se présente journellement dans les laboratoires, où l'on oublie des mélanges faits souvent par hasard & sans intention bien décidée, que je suis persuadé qu'il seroit très-important pour la chimie de mettre ainsi en contact tous les corps connus qui n'ont pas d'action sensible les uns sur les autres, de les laisser agir lentement & sans le secours d'aucun agent extérieur, pas même du feu, & d'observer ce que le tems apporteroit d'altération dans ces mélanges. Un pareil travail fait avec soin, & sur-tout en prenant des matières très-pures, seroit une source féconde de découvertes utiles, & il auroit l'avantage de ne laisser aucun doute sur l'action réciproque des corps naturels que le feu modifie toujours & altère d'une manière plus

ou moins marquée. La facilité de son exécution est bien faite pour engager les amateurs de la chimie qui n'ont pas beaucoup de tems à consacrer pour des recherches suivies , à adopter ce plan de travail, qui ne seroit pas sans contredit le moins important de tous ceux qu'on a entrepris jusqu'ici.



N O T E

Sur la décoloration du bleu de Prusse par la chaux , la magnésie , &c.

M. MACQUER est le premier chimiste qui ait découvert que les alkalis avoient la propriété de décomposer le bleu de Prusse & de le décolorer en lui enlevant un de ses principes , & que saturés de cette matière colorante , ils étoient susceptibles de la reporter sur le fer dissous dans les acides. Quoique beaucoup d'autres chimistes aient travaillé depuis sur ce singulier produit , on ne fait pas encore ce que c'est que la substance qui colore le fer dans le bleu de Prusse. Il faudra un beaucoup plus grand nombre de faits que ceux que l'on a encore pu recueillir sur cet objet , pour parvenir à cette connoissance. L'opinion qui admet un acide combiné à la chaux martiale dans le bleu de Berlin , est à la vérité fort vraisemblable , mais elle n'est pas fondée sur des expériences assez positives pour être regardée comme une vérité démontrée. Il faut donc réunir le plus de faits possibles avant d'établir une théorie que l'on puisse croire certaine , & c'est dans cette intention

que je vais faire connoître plusieurs expériences qui me sont particulières sur cet objet.

Désirant rechercher quelle seroit l'action de la chaux sur le bleu de Prusse, j'ai versé sur un gros de ce produit une livre d'eau de chaux récente; il n'y a point eu d'action sensible à froid. Le matras qui contenoit ce mélange ayant été exposé sur un bain de sable médiocrement chaud, le bleu de Prusse a bientôt commencé à se décolorer, & l'eau de chaux a pris un peu de couleur. Après quelques minutes d'ébullition légère, on a filtré, la liqueur a passé très-claire & manifestement colorée. Le bleu de Prusse resté sur le filtre n'étoit pas entièrement décoloré. Voici quelles étoient les propriétés nouvelles que l'eau de chaux avoit acquises dans cette expérience.

1°. Elle avoit une couleur jaune assez brillante & entièrement citrine.

2°. Sa faveur n'étoit plus âcre & alkaline, mais fade & un peu nauséabonde sur la fin.

3°. Elle ne verdissoit point le sirop de violettes & le laissoit sans altération.

4°. L'acide craieux n'y occasionnoit aucun précipité, & n'y produisoit aucun phénomène sensible.

5°. Les autres acides, tels que le vitrio-

lique, le nitreux & le marin, s'y mêloient sans altération, & il n'y avoit pas de trace de précipité bleu dans ces mélanges au bout de vingt-quatre heures.

6°. Elle précipitoit en bleu brillant & très-net, les dissolutions martiales & particulièrement celle du vitriol.

7°. Elle ne décomposoit point les sels magnésiens & argileux comme elle a coutume de le faire.

8°. Enfin, elle étoit parfaitement saturée & n'avoit plus aucune propriété alkaline.

Cette expérience démontre que la chaux a la propriété de dissoudre la partie colorante du bleu de Prusse, & que, lorsqu'elle en est saturée, elle est neutralisée comme le sont les alkalis. Elle m'a paru même avoir sur les alkalis prussiens ordinaires un avantage réel comme réactif, c'est que les acides n'en précipitent pas un atôme de bleu, tandis que les derniers en contiennent toujours une portion qui s'en dépose lentement, & que les acides en dégagent; voilà pourquoi j'ai proposé cette eau de chaux prussienne, pour reconnoître la présence & l'état du fer dissous dans les eaux minérales, comme on peut le voir dans ma Dissertation sur l'analyse de ces fluides

par les réactifs. *Voyez page 288 à 291.*

La magnésie, la terre pesante & même la terre alumineuse m'ont présenté aussi une action sensible sur le bleu de Prusse. Elles ont toutes les trois la propriété de lui enlever sa partie colorante, mais d'une manière beaucoup moins marquée que l'eau de chaux. La première étant la plus soluble des trois, en faisant digérer sa dissolution sur du bleu de Prusse pendant plusieurs heures, & en filtrant, on obtient une liqueur qui ne verdit plus le sirop de violettes, & qui précipite en bleu de Prusse très-beau, mais très-peu abondant, la dissolution de vitriol martial. Ces effets sont encore moins sensibles avec la dissolution de terre pesante, & l'eau qu'on fait bouillir sur du bleu de Prusse trituré avec de la terre d'alun, ne les présente que d'une manière presque inappréciable.

J'ajouterai à ces détails sur la décoloration du bleu de Prusse, deux observations qui me paroissent très-importantes.

La première, c'est qu'en distillant quatre parties d'esprit alkali volatil caustique sur une partie de bleu de Prusse, l'alkali que l'on obtient dans le récipient n'a aucune couleur & ne précipite point en bleu les dissolutions

martiales. Le bleu de Prusse contenu dans la cornue , prend une couleur verte sombre ; & quoiqu'il paroisse desséché , si l'on verse de l'eau distillée sur le résidu , ce fluide se colore en jaune & donne du bleu avec le vitriol martial ; ce qui prouve que l'alkali volatil acquiert de la fixité en se combinant avec la matière colorante.

La seconde , c'est que le bleu de Prusse décoloré par toutes les substances alkalines , a la propriété de reprendre une très-belle couleur bleue par le contact des acides. Ce fait que je ne connoissois point m'a été indiqué par M. DEYEUX , pharmacien & chimiste distingué de la capitale. L'espèce de terre jaune & ochracée que laisse le bleu de Prusse entièrement décoloré par les alkalis , acquiert une couleur bleue très-brillante , lorsqu'on l'arrose de quelques gouttes d'acide. On peut ensuite le décolorer une seconde fois par les alkalis , & faire reparoître une troisième fois sa couleur par les acides. Cette décoloration par les alkalis & la renaissance de la couleur par les acides , peuvent être répétées ainsi plusieurs fois de suite , & je n'ai pas encore établi par des expériences assez exactes jusqu'où ces singuliers phénomènes pourroient

avoir lieu. Je n'entreprends point d'en expliquer la raison , je n'ai voulu que l'annoncer aux chimistes comme un fait qui mérite toute leur attention , & auquel tient certainement de très - près la théorie du bleu de Prusse.



OBSERVATION

*Sur un précipité rose mercuriel produit
par le lait.*

LÉMERY a décrit un précipité rose qu'on retire de l'urine en y versant une dissolution nitreuse de mercure. J'ai observé en le préparant un grand nombre de fois, qu'il n'a pas toujours cette couleur, qu'il est souvent d'un gris jaunâtre, & qu'il ne prend la teinte rosée & l'espèce d'incarnat qui le distinguent, qu'en se desséchant par le contact de l'air.

La dissolution nitreuse de mercure précipite également toutes les liqueurs animales, j'ai vérifié ce fait sur la bile, la lymphe, le mucus des narines, la salive, mais aucun fluide n'en donne un plus abondant & d'une couleur plus belle, que le lait.

En versant une dissolution nitreuse mercurielle dans du petit-lait préparé par la présure & la crème de tartre, il se produit un précipité d'un blanc incarnat, qui rassemblé & lavé sur un filtre, prend peu à peu en se desséchant, une couleur rose brillante, plus

foncée que tous ceux qu'on obtient de l'urine & des autres liqueurs animales. Ce précipité ne paroît pas être tout-à-fait de la même nature que celui que donne l'urine. Ce dernier contient du sublimé corrosif ou du mercure doux, en raison du sel marin dissous dans la lessive animale qui le forme. Le lait au contraire ne tient point en dissolution la même quantité de cette matière saline, & on n'y trouve que très-peu de sel fébrifuge. L'alkali fixe végétal que l'analyse y démontre & qui fait différer ce fluide de toutes les autres humeurs des animaux dans lesquelles l'alkali fixe minéral domine (1), est sans doute pour beaucoup dans cette précipitation ; mais tout le précipité n'est pas dû à l'action de cet alkali, & il est vraisemblable que la matière extractive, & peut-être même l'acide contenu dans le lait, contribuent encore plus que l'alkali à sa formation.

(1) C'est un fait très-singulier & capable d'embarasser les physiologistes, que la présence de l'alkali fixe végétal dans le lait. Ce fluide est en effet séparé du sang qui contient l'alkali fixe minéral. Est-ce l'organe lacteux qui a la propriété de changer ce dernier & de le faire passer à l'état d'alkali végétal, & comment s'opère ce changement ?

Quelques

Quelques chimistes pensent que l'acide phosphorique est contenu dans les humeurs des animaux. Si ce fait étoit bien démontré par l'analyse, on ne seroit point embarrassé sur la nature de ce précipité, & il seroit bientôt reconnu pour être en grande partie un sel phosphorique mercuriel. J'avoue que je n'ai point encore fait d'expériences assez décisives sur le précipité rose pour décider entièrement cette question. M. BRONGNIART, chimiste habile de la capitale, a bien trouvé dans ce précipité quelques caractères phosphoriques, mais c'est sur celui de l'urine qu'il a opéré (1). Celui qu'on obtient du lait donne beaucoup de vapeurs nitreuses ou de gaz nitreux quand on le chauffe dans une cornue. Il se boursouffle sur les charbons, il brûle en partie & laisse une portion de résidu charbonneux.

Je ne doute pas qu'en examinant avec soin & avec plus de détails que je n'ai encore pu le faire, ces différens précipités mercuriels, on ne fasse quelque découverte importante, & qu'on ne puisse préparer facilement du phosphore, par le moyen de ces précipités, lors-

(1) Journal de Physique, tome 17, page 235; Mars 1781.

qu'on y aura reconnu la présence de l'acide animal, qui sert à la production de ce produit combustible de l'art chimique.

On pourroit aussi tirer parti de ces précipités pour la médecine ; peut-être constitueront-ils des médicamens mercuriels qui présenteront des propriétés utiles pour le traitement des maladies qui affectent la lymphe. Mais je dois prévenir qu'il ne faut les employer qu'avec la plus grande réserve, parce qu'ils ont une âcreté assez forte, & que leurs propriétés sont sans doute très-énergiques. S'il est permis, s'il est même très-utile d'appliquer à l'art de guérir les découvertes chimiques, on ne doit jamais le faire qu'avec la plus grande circonspection, & en mettant dans les essais la prudence qui caractérise les véritables médecins, & qui les met à l'abri du reproche de l'empyrisme.



N O T E

Sur un esprit recteur ambré retiré de la bile.

LES matières animales en général & la bile en particulier ne fournissent à la chaleur du bain-marie qu'un phlegme d'une saveur fade, d'une odeur très-peu sensible, & qui ne paroît contenir qu'une petite quantité de principes. Cependant quoique l'analyse chimique n'ait pas encore pu parvenir à démontrer la nature des corps qui sont dissous dans ce phlegme, en raison de leur excessive ténuité, les altérations de couleur & d'odeur que ce fluide éprouve, les précipités qui s'y forment à l'aide du tems, & l'odeur d'alkali volatil qui s'en dégage, indiquent que ce n'est point de l'eau pure, & que la matière odorante qui y est combinée, est susceptible de changemens successifs & de modifications qu'il seroit très-important de connoître.

Parmi les altérations que l'esprit recteur animal est capable d'éprouver, j'ai eu occasion d'en observer plusieurs fois une assez singulière

dans la bile. Cette espèce de savon est de tous les fluides animaux le plus susceptible de la putréfaction, comme le savent les médecins & les chimistes. Du fiel de bœuf prend souvent quelques heures après avoir été extrait du corps de l'animal, une odeur fade & nauséuse qui indique le commencement de sa décomposition. En le distillant dans cet état au bain-marie, on en retire un esprit recteur très-fluide, très-transparent, & qui présente souvent une odeur d'ambre fort sensible. J'ai plusieurs fois obtenu ce principe, & beaucoup de personnes en ont été témoins. J'ai insisté particulièrement sur la description de ce phénomène, pour les médecins qui ont suivi mes cours, & je leur ai exposé la liaison de ce fait avec les observations des physiciens qui ont fait des recherches sur la putréfaction, & dont plusieurs ont remarqué une odeur fortement ambrée dans les matières animales livrées à cette décomposition spontanée.

Cette odeur aromatique du phlegme de la bile qui commence à s'altérer, est mêlée d'un autre principe odorant légèrement fétide qui m'a paru faire, pour ainsi dire, le fond ou la base de cette propriété, & qui reste après la volatilisation du principe ambré. En répan-

dant cet esprit recteur sur un linge ou sur la peau, l'odeur aromatique se fait sentir la première, sur-tout lorsque le phlegme est divisé & chaud; peu à peu cette odeur se dissipe, semble s'altérer, & il lui en succède une autre qui, sans avoir une énergie bien forte, affecte désagréablement les nerfs de l'odorat, & est capable d'exciter la nausée, si on s'expose quelque tems de suite à son impression. Toutes choses d'ailleurs égales, ce phlegme odorant de la bile altérée, se pourrit & se décompose beaucoup plus vite, que celui que l'on obtient du fiel de bœuf frais, & qui ne présente jamais l'odeur ambrée.

Il paroît que l'action du feu est nécessaire pour développer ce principe aromatique, puisque la bile altérée qui le fournit à la chaleur du bain-marie, n'a point l'odeur d'ambre avant d'avoir été chauffée. Cette odeur semble y être masquée & enveloppée par l'esprit recteur fade & nauséabond qui s'exhale très-abondamment du fiel de bœuf, & qui est cependant plus fixe qu'elle, puisqu'il se volatilise le dernier par l'action de la chaleur. M. CADET a observé plusieurs fois une odeur semblable dans la bile, & il a consigné cette observation

dans ses belles expériences sur ce fluide animal (1).

Ces phénomènes sont d'accord avec l'opinion des naturalistes sur l'origine manifestement bilieuse des fluides résineux & odorans qui se déposent dans les follicules abdominaux ou inguinaux de certains quadrupèdes, tels que le musc, la civette, &c. & qui paroissent être formés par la résine de la bile altérée par la chaleur, &c. au reste leur application à l'histoire de ces sucs, & à la putréfaction de quelques matières animales qui exhalent des odeurs plus ou moins aromatiques, fera convenablement appréciée par les médecins & par les naturalistes qui s'occupent de l'étude des animaux, sur-tout depuis que M. SCHEDIAWER, anglois, a découvert que l'ambre gris est un excrément de l'espèce de baleine, appelée *physeter macrocephalus*, d'où on retire le *sperma ceti*, & qui se nourrit de la sèche à huit bras.

(1) Voyez Mémoires de l'acad. ann. 1767.



E S S A I

Sur une nouvelle théorie propre à expliquer les phénomènes de la combustion, de la calcination, de la décomposition, & de la récomposition de l'eau & des acides.

DANS la théorie de STAHL, les corps combustibles ne brûlent que parce que le phlogistique qui y est combiné se dégage & devient feu libre.

M. LAVOISIER ayant observé avec tous les physiciens modernes, que l'air est diminué & absorbé pendant la combustion, a cru que cette dernière n'étoit que l'absorption de l'air pur par les corps qui brûlent. Il a expliqué, par cette théorie, pourquoi les corps fixes qui ont brûlé, ont acquis du poids, avec d'autant plus de fondement qu'il est démontré qu'ils ont augmenté en pesanteur de la quantité juste que l'air a perdue.

Tous les phénomènes de la combustion, de la calcination, de la respiration, présentant une altération manifeste de l'air qui y

a été employé, M. PRIESTLEY & M. MACQUER ont pensé que le phlogistique dégagé des corps combustibles, s'unissoit à une partie de l'air; tandis qu'une portion de ce dernier se fixoit dans la substance brûlante, de sorte qu'il y a dans tous ces phénomènes une double décomposition tant de la part du corps combustible, que de celle de l'air nécessaire à la combustion.

En appliquant cette théorie la plus certaine & la plus probable à la calcination des métaux, voici comment on peut concevoir la combustion métallique. Tout métal est une combinaison naturelle d'une terre particulière & de phlogistique. Ce dernier, qui ne paroît être que la lumière ou au moins un de ses principes, est dégagé de la terre métallique, & s'unit à une partie de l'air qui s'en sature & devient bientôt incapable d'entretenir la combustion, tandis qu'une portion d'air pur ou vital ou déphlogistiqué se précipite dans la terre du métal, s'unit avec elle & constitue une chaux métallique. Dans cette opinion, on conçoit que la terre du métal est un principe inconnu aux chimistes, absolument différente de la chaux métallique par sa nature, & qu'on ne peut jamais l'avoir

isolée, puisqu'elle est toujours unie, ou au phlogistique avec lequel elle forme le métal, ou à l'air pur avec lequel elle constitue la chaux métallique.

La combustion du soufre présente absolument la même suite de phénomènes. Ce corps est un composé de deux principes, dont l'un est le phlogistique commun à toutes les substances combustibles, & l'autre est une matière inconnue; tandis que le phlogistique s'unit à une portion de l'air, une partie de celui-ci se combine au principe inconnu du soufre, & forme avec lui l'acide vitriolique. On voit, d'après cette théorie, qu'on ne fait autre chose sur ce principe inconnu du soufre, sinon que sa combinaison avec l'air pur forme l'acide vitriolique, & son union avec le phlogistique produit le soufre: on n'a donc jamais ce principe isolé pur, il est toujours combiné comme la terre métallique, soit avec le phlogistique, soit avec l'air pur.

La décomposition de l'eau offre des phénomènes comparables en tout à ceux-là. Ce fluide, en passant goutte à goutte à travers un canal de fer rouge, se change en gaz inflammable, mais le fer est en même-tems brûlé, & il

devient cassant comme une sorte de mâche-fer. Il paroît donc que l'eau se décompose en même-tems que le fer, & qu'il y a dans cette expérience une double décomposition & une double combinaison. En effet, l'eau paroît être un composé d'air pur & d'un principe inconnu. Lorsqu'elle traverse dans son état de vapeur, un canal de fer rouge, celui-ci laisse dégager son phlogistique qui, s'unissant au principe inconnu de l'eau, forme le gaz inflammable ; tandis que la terre martiale retient l'air pur qui fait l'autre principe de l'eau, & constitue avec lui l'espèce de chaux de fer qui reste dans cette expérience. On observera que, dans cette explication comme dans les précédentes, il n'y a qu'un des principes de l'eau qui nous soit connu, savoir l'air pur, que son autre principe ne peut pas plus être isolé que la terre métallique, le principe inconnu du soufre, &c. & qu'il n'est jamais que dans un état de combinaison, tantôt avec l'air pur, & alors c'est de l'eau, tantôt avec le phlogistique, & alors c'est du gaz inflammable pur.

La nature de l'acide nitreux, & son passage à l'état de gaz nitreux, sont plus connus

que les substances précédentes. Comme il est démontré aujourd'hui que cet acide est le résultat de la combinaison du gaz de la putréfaction que j'appelle *gaz septique*, avec l'air pur ou déphlogistiqué, voici comment on peut expliquer la production du gaz nitreux & le changement de celui-ci en acide nitreux. Lorsqu'on met en contact de l'acide nitreux avec un corps combustible, par exemple, le fer, l'air pur de cet acide se porte sur la terre martiale avec laquelle il forme de la chaux de fer, tandis que le phlogistique de ce métal s'unit au gaz septique & constitue avec celui-ci le gaz nitreux. Ce fluide aériforme étant mis en contact avec l'air atmosphérique, éprouve une décomposition analogue à la combustion; l'air de l'atmosphère s'empare du phlogistique du gaz nitreux avec lequel il forme de l'air gâté ou phlogistiqué, tandis que la portion d'air vital contenue dans l'air atmosphérique, s'unit avec le gaz septique, & reforme avec lui de l'acide nitreux. Il y a donc dans ces belles expériences quelque chose de mieux connu que dans la combustion du soufre & la décomposition de l'eau, puisqu'ici nous connoissons tous les principes de l'acide nitreux, & que nous pouvons

suivre sa réaction sur les corps combustibles ; il est vraisemblable que, lorsqu'on aura fait des expériences aussi exactes sur la production de l'acide vitriolique, &c. qu'on en a faites sur celle de l'acide nitreux, on pourra expliquer aussi clairement la formation & la combustion du soufre.

C'est d'après les expériences même de M. LAVOISIER, sur lesquelles il a élevé sa brillante théorie sur la nature de l'acide nitreux, que j'ai senti la nécessité d'admettre la présence du phlogistique. En effet, si l'acide nitreux n'étoit, comme il l'a cru, que de l'air pur combiné avec le gaz nitreux, on devoit n'avoir aucun résidu, lorsqu'on unit ces deux corps dans les proportions convenables ; cependant il reste toujours de l'air phlogistique ou gâté dans cette expérience ; de même en décomposant l'acide nitreux par les corps combustibles & spécialement par le mercure, comme l'a fait ce savant académicien, on devoit avoir des quantités de gaz nitreux & d'air pur nécessaires pour leur saturation réciproque & pour faire reparoître la même quantité d'acide nitreux que celle qu'on a employée. Or, comme cette expérience n'a pas réussi aussi complètement, il paroît qu'on ne

peut en attribuer l'*insuccès* qu'à la dissipation d'une partie du gaz septique sous la forme de lumière divisée ou de matière de la chaleur.

Au reste, je ferai observer que la théorie que je viens de proposer, n'est absolument destinée qu'à expliquer clairement les phénomènes de la combustion dans l'état actuel de la chimie, que la présence du phlogistique n'est pas plus rigoureusement démontrée qu'elle l'a jamais été, que dans toutes les théories que l'on pourra donner, il y aura toujours des principes inconnus, parce qu'il en est qu'on ne pourra jamais obtenir isolés, & qui se combinent toujours avec quelque corps, & que je n'attache point un assez grand prix à ma doctrine, pour ne pas l'abandonner dès qu'on aura des expériences qui la démentiront. Ma seule intention a été de faire voir jusqu'où la chimie pouvoit pénétrer aujourd'hui, & où elle devoit s'arrêter. M. LAVOISIER, qui s'occupe en ce moment d'un grand travail sur les combinaisons de l'air déphlogistiqué, ira beaucoup plus loin que je n'ai pu le faire, & éclaircira sans doute plusieurs points encore très-obscur sur cette matière.



ADDITIONS ET CORRECTIONS

Pour le Mémoire qui a pour titre, *Exposé d'une nouvelle manière d'expliquer à l'aide des nombres la cause des décompositions opérées par les affinités doubles.* Page 308.

LORSQUE je rédigeai ce Mémoire en novembre 1783, ma première intention étoit de rendre l'explication des affinités doubles plus claire qu'elle ne l'est dans tous les livres de chimie, en faveur des personnes qui commencent l'étude de la chimie. Les circonstances m'ayant engagé depuis à le lire à l'académie, j'y ai mis une précision plus grande, & je dois rendre compte ici des additions & des corrections qu'il m'a paru nécessaire d'y faire.

Je n'avois d'abord fait entrer dans le calcul des nombres qui me servent à expliquer les doubles décompositions, que la somme des deux nombres verticaux comparée à celle qui exprime la force qui retient les principes du premier composé. *Consultez le premier exemple donné page 316.* Cela suffit au premier coup-d'œil pour faire entendre sur-le-

champ la précipitation opérée dans le mélange des corps pris pour exemple.

Mais lorsqu'on réfléchit à cet objet, on s'apperçoit qu'outre les affinités qui agissent au moment où les deux acides & les deux bases sont changés réciproquement, celles qui re-tenoient chacune de ces matières auparavant réunies, n'existent pas moins. Pour bien faire entendre ceci, je distinguerai avec M. KIRWAN (1) deux espèces d'affinités existant dans deux composés dont on mêle les dissolutions; par exemple, lorsqu'on mêle une dissolution de tartre vitriolé & une dissolution de nitre calcaire

(1) MM. BERGMAN & KIRWAN sont les deux premiers chimistes qui aient essayé d'expliquer les affinités doubles par le calcul. Le célèbre chimiste suédois a imaginé la disposition que j'ai employée dans mes exemples. Le savant anglois a adopté pour déterminer la cause de ces espèces d'affinités, des calculs fondés sur le rapport qu'il croit exister entre les affinités des bases pour les acides, & les quantités nécessaires de ces derniers pour saturer les premières. Sa méthode doit être plus sûre que la mienne, en supposant une scrupuleuse exactitude dans les nombreuses expériences qu'il a faites pour remplir son objet; mais elle est trop compliquée & trop profonde pour faire comprendre à ceux qui étudient la chimie, la cause des doubles décompositions, & je n'ai eu que ce seul point en vue.

la force avec laquelle l'acide vitriolique adhère à l'alkali fixe végétal, & celle avec laquelle l'acide nitreux tient à la chaux, sont des *affinités quiescentes* ; mais comme il se fait dans ce mélange une double décomposition, il faut que la somme des affinités qui existent entre l'acide nitreux & l'alkali fixe végétal, l'acide vitriolique & la chaux, soit plus forte que celles des affinités quiescentes ; or, le résultat de cette plus grande force est la décomposition, & c'est pour cela que M. KIRWAN appelle ces secondes affinités, *affinités divellentes*.

Il est donc nécessaire, d'après cela, d'exprimer toutes les affinités au lieu de n'en exprimer que trois, comme je l'avois fait d'abord, de disposer les quatre nombres en quarré, & de faire deux additions. Il y a décomposition toutes les fois que la somme des nombres verticaux qui expriment celle des affinités divellentes, est plus grande que celle des nombres horifontaux qui expriment la forme des affinités quiescentes.

Comme, pour expliquer de cette manière les principales décompositions qui ont lieu parmi les matières salines, j'ai été obligé de changer les nombres indéterminés qui expriment

ment

ment les affinités entre quatre acides & six bases, & que ce changement a également lieu pour les dix exemples de doubles décompositions que j'ai présentées, je vais retracer ici les affinités numériques que je suppose entre les acides & les bases, ainsi que les formules des dix espèces d'affinités doubles fondées sur ces nombres, & à l'aide desquelles on opère des doubles décompositions.

TABLE des affinités numériques supposées entre quatre acides & six bases.

PREMIÈRE COLONNE.

	}	l'alkali fixe végétal, une affinité égale à.....8
L'acide vitriolique		l'alkali fixe minéral.....7
a pour se combiner		la chaux-vive.....6
avec		l'alkali volatil.....4
		la magnésie.....3 $\frac{1}{2}$
		l'argile.....2

S E C O N D E C O L O N N E .

L'acide nitreux a pour se combiner avec	}	l'alkali fixe végétal, une affinité	
		égale à.....	7
		l'alkali minéral.....	6
		la chaux vive.....	4
		l'alkali volatil.....	3
		la magnésie.....	2
		l'argile.....	1

T R O I S I È M E C O L O N N E .

L'acide marin a pour se combiner avec	}	l'alkali fixe végétal, une affinité	
		égale à.....	6
		l'alkali fixe minéral.....	5
		la chaux-vive.....	3
		l'alkali volatil.....	2
		la magnésie.....	1
		l'argile.....	$\frac{1}{2}$

Q U A T R I È M E C O L O N N E .

L'acide craieux a pour se combiner avec	}	la chaux-vive, une affinité égale	
		à.....	3
		l'alkali fixe végétal.....	2
		l'alkali fixe minéral.....	1
		l'alkali volatil.....	$\frac{3}{4}$
		la magnésie.....	$\frac{1}{3}$
		l'argile.....	$\frac{1}{4}$

DIX exemples d'affinités doubles exprimées par des nombres pris de la table précédente.

PREMIER EXEMPLE.

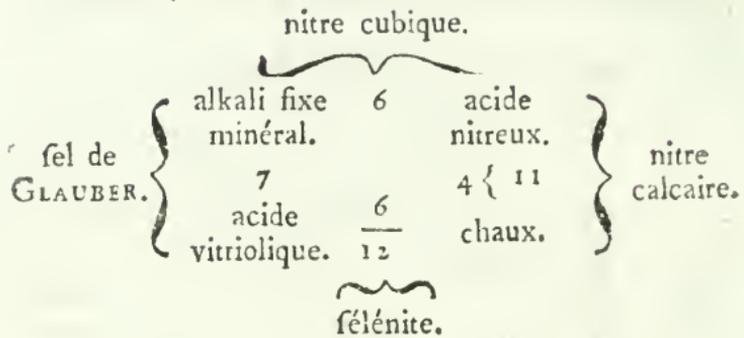
		nitre.		
		⏟		
}	alkali fixe	7	acide	}
	végétal.		nitreux.	
	8		4 { 12*	
}	acide	$\frac{6}{13}$	chaux.	}
	vitriolique.		.	
		⏟		
		sélénite.		

SECOND EXEMPLE.

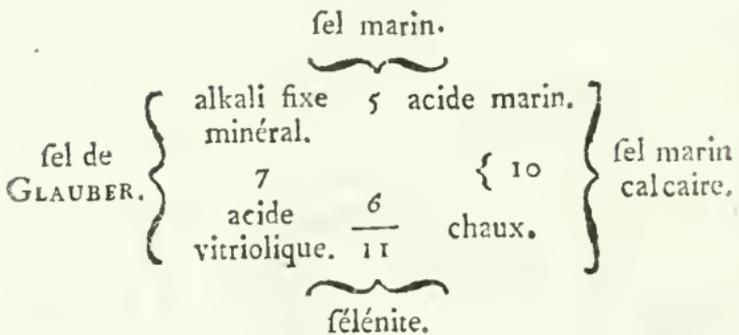
		sel fébrifuge.		
		⏟		
}	alkali fixe	6	acide	}
	végétal.		marin.	
	8		3 { 11	
}	acide	$\frac{6}{12}$	chaux.	}
	vitriolique.		.	
		⏟		
		sélénite.		

* Ce nombre mis à droite dans une petite accolade est la somme des deux affinités horizontales ou *quiescentes* qui doit être moindre que celle des affinités verticales, ou *divellentes*, pour que la double décomposition ait lieu.

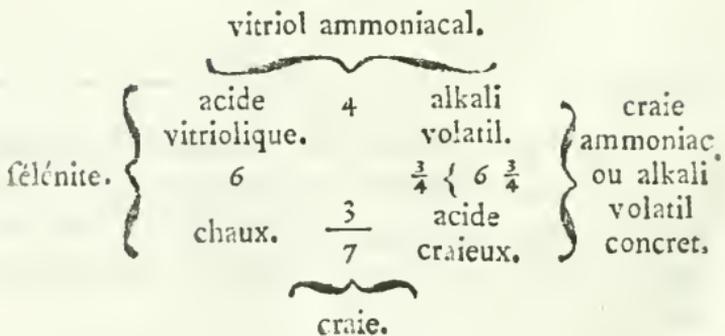
T R O I S I È M E E X E M P L E .



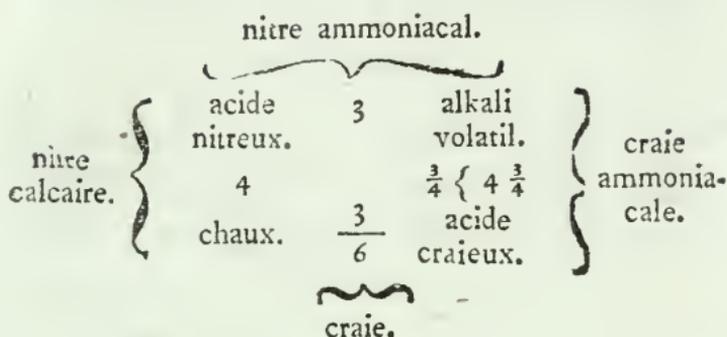
Q U A T R I È M E E X E M P L E .



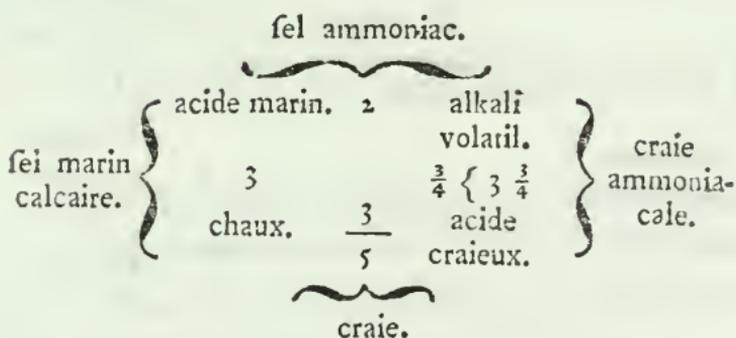
C I N Q U I È M E E X E M P L E .



SIXIÈME EXEMPLE.

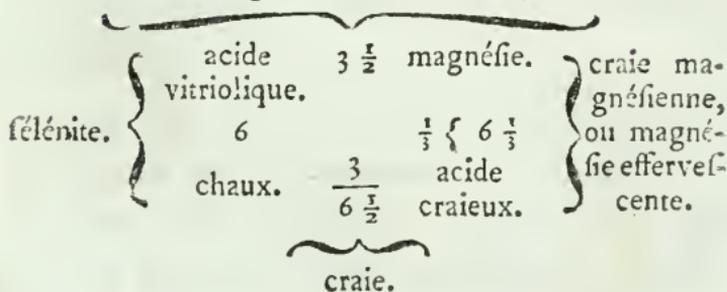


SEPTIÈME EXEMPLE.

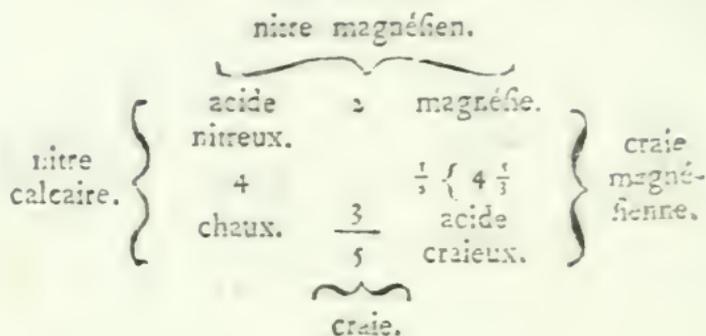


HUITIÈME EXEMPLE.

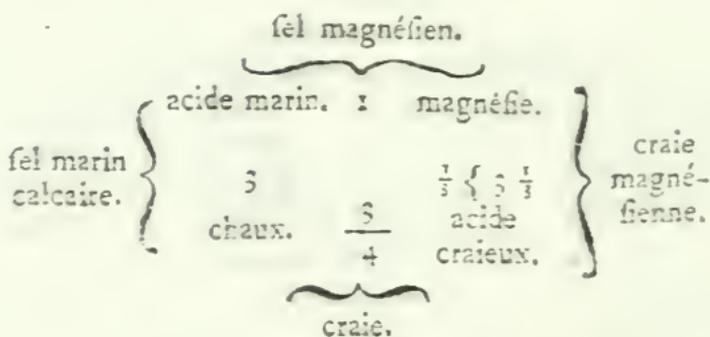
vitriol magnésien, ou fel d'Epsom.



NEUVIÈME EXEMPLE.



DIXIÈME ET DERNIER EXEMPLE.



F I N.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche I.

Fig. I. Plateau de verre sur lequel l'on met de l'éthiops martial, pour l'exposer au contact de l'acide craieux. Voyez la page 116 des Mémoires.

a. Plateau poli à sa surface.

b. Tige qui y est implantée dans le milieu & qui est destinée à porter le plateau dans le bocal.

c. Ethiops martial posé sur le plateau & humecté.

Fig. II. Ensemble de l'appareil disposé pour combiner l'éthiops martial avec l'acide craieux.

a. Bocal de verre très-large, égal dans toute sa capacité, rempli d'acide craieux.

b. Plateau de verre qui porte l'éthiops, & qui est plongé dans le bocal.

c. Parchemin mouillé assujetti autour du rebord du bocal.

Fig. III. Coupe verticale de l'appareil où l'on voit en *a* l'enfoncement du parchemin mouillé, qui indique l'absorption d'une partie de l'acide craieux par l'éthiops martial.

Planche II.

Fig. I. A. Récipient de verre de la capacité de 8 à 10 pintes.

B. Tubulure à sa partie supérieure.

Fig. II. A. Robinet luté sur la tubulure du récipient.

B. Tube de cuivre destiné à conduire l'air vital.

C. Courbure de ce tube.

D. Pas-de-vis qui termine le tube, & qui reçoit une tuyère.

E. Tuyère qui se visse sur l'extrémité du tube.

F. Deux tuyères de diamètres différens, & qui s'adaptent sur le même tube.

Fig. III. Appareil tout monté & plongé dans l'eau d'une cuve, de sorte que l'air sort à mesure que l'eau entre dans le récipient.

Fig. IV. Plan du haut de la cuve, pour faire voir la forme & l'étendue de la tablette, ainsi que la manière dont la base du récipient y pose.

A. Planche ou tablette pneumato-chimique.

B, B. Trous pratiqués vers le bord de la tablette.

C. Base du récipient.

Planche III.

Cristaux de roche d'Alençon, mêlés de feldspath cristallisé.

A, A, A. Cristaux de roche noirs.

B, B, B, B. Feld - spath cristallisé en cubes rhomboïdaux.

C. Lames régulières de mica blanc qui s'élèvent entre celles du feld-spath. Il n'a été possible de bien faire distinguer que celles-ci.

EXTRAIT des registres de l'Académie des Sciences.

Du 28 Mai 1784.

LES Commissaires nommés par l'Académie lui ayant rendu compte d'un Ouvrage de M. de Fourcroy, intitulé : *Mémoires & Observations de Chimie*, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de son approbation, & d'être imprimé sous son privilège.

En foi de quoi j'ai signé le présent certificat. A Paris, ce 10 Juin 1784. *Signé*, le Marquis DE CONDORCET, *Secrétaire perpétuel.*

*RAPPORT fait à la Société Royale
de Médecine.*

Du 15 Juin 1784.

LA Société Royale de Médecine nous a commis, M. Thouret & moi, pour lui rendre compte d'un Ouvrage de M. de Fourcroy, qui a pour titre : *Mémoires & Observations de Chimie, pour servir de suite aux Elémens de Chimie* que le même auteur a publiés en 1782.

Cet Ouvrage est composé de différens Mémoires sur les recherches les plus intéressantes & les découvertes les plus récentes de la chimie : elles y sont exposées avec ordre & clarté. M. de Fourcroy commence par indiquer les difficultés qui se rencontrent dans les travaux chimiques ; il y démontre que rien n'est à négliger dans les manipulations même les plus simples. La situation du laboratoire, l'influence de l'air, sa sécheresse & son humidité ; la forme des vaisseaux qu'on emploie, la différente exposition des substances sur lesquelles le chimiste travaille, soit à l'ombre, soit à la lumière, &c. le voisinage même de certains corps, & mille autres circonstances, changent les résultats & sont capables d'induire l'artiste en erreur, à moins qu'il n'y porte l'attention la plus exacte. De là viennent sans doute tant de différences dans les expériences des chimistes même les plus éclairés : ce qui a réussi à l'un & dans un pays, ne réussit pas à l'autre, quelque attention qu'il y apporte ; mais ce qui est peut-être plus encore à désirer, est que celui qui entreprend des travaux chimiques, se dépouille entièrement de tout préjugé & de tout système, qu'il ne voye que ce que la nature lui présente, & non ce que son imagination lui a montré avant que de commencer son opération ; il doit en même-tems éviter avec soin que par trop de précipitation, il ne déränge un travail que la nature, presque toujours lente dans ses opérations, auroit achevé, &

que son impatience a changé. Tels sont les sages préceptes que donne M. de Fourcroy, bien capables de montrer l'observateur instruit & attentif.

Dans le premier Mémoire, M. de Fourcroy rend compte de la *différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques & non caustiques*. La remarque faite depuis long-tems de l'augmentation de poids qu'acquîrent les substances métalliques dans la calcination, a donné occasion à ce Mémoire : mais M. de Fourcroy y développe encore plusieurs vérités importantes dans les expériences curieuses qu'il rapporte. Il commence par précipiter avec l'alkali volatil caustique différentes dissolutions de fer obtenues par divers acides minéraux & végétaux ; il se sert ensuite de l'alkali volatil concret ou saturé d'air fixe : il traite aussi avec ce dernier la teinture de mars tartarisée.

Les expériences nombreuses qu'il a faites sur ces objets, lui ont fait tirer des résultats fort importants : nous ne pouvons entrer dans le détail qu'ils présentent, nous nous contenterons de faire observer que M. de Fourcroy prouve, que c'est à l'absence de l'air fixe dans l'alkali caustique, qu'est due la propriété qu'a le fer précipité d'être attirable en partie par l'aimant, pourvu néanmoins que la dissolution n'ait pas été préparée avec un acide concentré, & à l'aide de la chaleur, parce que, dans ces dernières circonstances, le fer se trouve déjà fort calciné, & souvent n'est plus réductible.

Qu'il n'en est pas de même, lorsqu'on a employé un alkali volatil concret ou saturé d'air fixe : on peut cependant rendre le fer précipité par l'alkali volatil saturé d'air fixe, attirable par l'aimant en le desséchant sur un feu très-vif.

Que l'alkali volatil privé d'air fixe, paroît purement alkalin, tandis que l'alkali volatil effervescent est une espèce de sel neutre dont l'acide a le moins d'affinité possible avec sa base, qui peut en être séparée par le feu, par la chaux & par tous les acides, & qu'alors il a une grande affinité avec l'air fixe.

Que les précipités attirables par l'aimant sont très-dissolubles dans l'alkali volatil caustique, puisqu'ils dis-

paroissent , lorsqu'on les y verse par surabondance : remarque importante pour éviter les erreurs , & qui fournit à M. de Fourcroy l'occasion de proposer une teinture alkaline qu'il croit avec raison plus active & plus pénétrante que celle de Sthal : il observe qu'elle ne se garde pas long-tems , & qu'il faut la préparer peu de tems avant d'en faire usage , & même conserver les portions qu'on donne aux malades dans des flacons bien bouchés , parce qu'on doit éviter avec grand soin le contact de l'air.

Le second Mémoire de M. de Fourcroy traite aussi de la *différence des précipités martiaux obtenus par les alkalis caustiques ou non caustiques*.

M. de Fourcroy observe d'abord que l'alkali fixe du tartre est un composé de l'alkali fixe végétal & de l'acide craieux , ainsi nommé , parce qu'il est semblable à celui qu'on obtient de cette substance terreuse , & qui est connu sous le nom d'air fixe de la craie : il prouve que c'est à la quantité plus ou moins grande de cet acide , que les alkalis fixes végétaux doivent plusieurs de leurs propriétés , telles que d'attirer l'humidité de l'air , de ne point cristalliser , &c. lorsqu'ils contiennent peu de cet acide. M. de Fourcroy fait voir dans seize expériences qu'il rapporte sur ce sujet , qu'en général l'alkali fixe végétal ordinaire n'agit pas si vite sur les dissolutions martiales que l'alkali volatil concret ; que les précipités qu'on obtient par cet intermède , ne sont point attirables par l'aimant , que leur état de chaux ou de safran de mars , vient de l'air fixe que l'alkali végétal leur a fourni. Il fait voir ensuite que dans cette occasion il se fait une double décomposition & une double combinaison , qu'alors , par le moyen de l'acide aériforme de l'alkali qui s'unit au fer , il se forme une espèce de sel neutre martial qu'il nomme *craie de fer*. M. de Fourcroy fait voir ensuite que l'alkali caustique précipite très-peu de fer attirable par l'aimant ; que cependant on peut , par le moyen de cet alkali , avoir un précipité attirable , & qu'en général les précipités martiaux obtenus par l'alkali caustique sont plus légers , d'une couleur plus foncée , qu'ils se décomposent plus aisément : la nature de ces

précipités est due à la quantité plus ou moins grande d'air fixe contenu dans cet alkali : il ne faut qu'une petite quantité d'air fixe pour neutraliser le fer précipité des acides , & lui ôter la propriété d'être attirable par l'aimant. Nous n'en dirons pas davantage sur le résultat des expériences exposées dans ce Mémoire, expériences faites avec l'exactitude la plus scrupuleuse & décrites avec cette clarté qui regne dans tout l'ouvrage.

Le troisième Mémoire est une suite de l'examen des *précipités martiaux obtenus par les caustiques & non caustiques*. M. de Fourcroy y établit les différences qui se trouvent entr'eux : mais il suit dans ce Mémoire un autre ordre , & qui complete entièrement le travail qu'il avoit entrepris sur les précipités martiaux qui sont dus aux alkalis ; jusqu'à ce moment il avoit employé l'analyse, ici il confirme les preuves qu'il avoit données de ses résultats par la méthode que les chimistes ont nommée *synthèse* ou *récomposition*. Dans cette vue , il a examiné les précipités martiaux par le feu & les réactifs. Les expériences dont il donne le détail , ont non-seulement confirmé ce que ses autres travaux lui avoient appris , mais lui ont encore fourni l'explication de plusieurs phénomènes intéressans , dont la crainte d'être trop longs nous empêche de parler.

Nous voudrions pouvoir entrer dans le détail des autres Mémoires qui composent ce recueil ; mais obligés de nous resserrer , nous nous contenterons de donner une courte notice des objets qui y sont traités.

M. de Fourcroy examine dans son quatrième Mémoire les propriétés du sel formé par l'air fixe & le fer. Il appelle ce sel *craie martiale* : il prouve par les expériences les plus convaincantes , que la rouille n'est autre chose que cette combinaison , & qu'il faut bien distinguer toutes les chaux de fer de la craie martiale proprement dite.

Dans les deux Mémoires suivans , M. de Fourcroy traite du gaz inflammable des marais. Son peu d'inflammabilité , sa production , ses différences variées , enfin sa nature l'occupent tour-à-tour : il démontre qu'il doit

ses propriétés particulières, à la présence de l'air fixe & d'un principe odorant; qu'en le privant de ces deux corps, il se rapproche du gaz inflammable pur, & qu'on peut l'imiter assez bien par la combinaison du gaz inflammable ordinaire avec l'acide craieux.

Deux autres Mémoires sont destinés au développement d'une théorie particulière à l'auteur sur la détonation du nitre & de la poudre fulminante. Cette théorie, qui n'est que l'induction des faits très-connus sur ce phénomène, consiste à regarder l'air vital dégagé du nitre par la chaleur, comme la cause de la vive & rapide inflammation que ce sel excite dans tous les corps combustibles avec lequel il est mêlé. M. de Fourcroy insiste particulièrement sur l'incombustibilité du nitre par lui-même, & sur tous les faits qui prouvent qu'il n'est que la cause de la forte combustion, sans y participer lui-même par aucune propriété inflammable.

Les Recherches de M. de Fourcroy sur l'analyse des eaux minérales par les réactifs, sont déjà connues de la Société, qui a jugé à propos d'en insérer une partie dans son histoire.

Aux dissertations dont nous venons de parler, M. de Fourcroy en a joint un grand nombre d'autres; les raisons que nous avons exposées, nous empêchent d'en parler en détail; nous ferons seulement observer, que les unes sont destinées à éclaircir quelque point de théorie dont on s'étoit peu occupé jusqu'à-présent: tels sont l'exposé sur une nouvelle manière d'expliquer les affinités doubles par le moyen des nombres; les exemples qu'il en donne en forme de table, sont très-propres à fixer les idées sur cet article important de la chimie, & qu'on a peine à saisir sans ce secours; des Remarques sur l'ébullition de l'eau, sur l'incombustibilité considérée comme caractère des matières salines; l'Explication de la déliquescence & de l'efflorescence des sels neutres; les Réflexions sur la différence qui existe entre le foie d'arsenic & le sel neutre arsenical; enfin l'Essai sur une nouvelle théorie de la combustion, de la calcination & de la décomposition des acides. Dans tous ces objets, M. de Fourcroy a eu en vue d'éclaircir plusieurs points des Elémens de Chimie qu'il a publiés il y a deux ans, & auxquels l'Ouvrage qui nous occupe actuellement, doit servir de suite.

Plusieurs autres Observations mêlées aux précédentes, contiennent des expériences nouvelles, & des découvertes chimiques qui appartiennent à l'auteur. Nous croyons devoir donner ce nom aux Recherches que M. de Fourcroy a faites sur la difficulté d'obtenir les alkalis fixes caustiques secs & solides, bien purs, sur l'action singulière de ces sels triturés avec le soufre, l'antimoine & le kermès; sur l'impureté du sel d'Épsom & le sel marin de magnésie qui y est contenu; sur la dissolution lente du régule d'antimoine par l'acide marin; sur la décoloration du bleu de Prusse par la chaux & par la magnésie; sur un précipité rose mercuriel produit par le lait; sur un esprit recteur ambré, retiré de la bile: tous ces phénomènes chimiques décrits par M. de Fourcroy, & avec l'exactitude qui le distingue, n'étoient point connus des chimistes, & ils ajoutent à la somme des faits nouveaux dont cette belle science s'enrichit tous les jours.

D'après le compte que nous venons de rendre, nous croyons que cet Ouvrage mérite à tous égards, l'approbation de la Société.

Au Louvre, ce 15 Juin 1784. *Signé*, POULLETIER
DE LA SALLE, THOURET.

La Société Royale de Médecine ayant entendu dans sa Séance tenue au Louvre le 15 Juin présent mois, la lecture du rapport ci-dessus qui lui a été fait par MM. Poulletier de la Salle & Thouret, sur un Ouvrage de M. de Fourcroy, ayant pour titre: *Mémoires & Observations de Chimie, pour servir de suite aux Elémens de Chimie qu'il a publiés en 1782*, a pensé que cet Ouvrage est très-digne de son approbation: en foi de quoi j'ai signé le présent.

A Paris, le 16 Juin 1784. *Signé*, VICQ D'AZYR,
Secrétaire perpétuel.

E R R A T A.

- Page 28*, *lig. 6*, le poids, *lis.* de poids.
Page 32, *lig. 28*, procurer, *lis.* prouver.
Page 56, *lig. 1*, des flocons, *lig.* de flocons.
Page 66, *lign. dern.* ajoutez 281 au mot page.
Page 107, *lig. 1*, infiniment, *lis.* intimement.
Page 108, *lig. 4 de la note*, terre pure, *lis.* terre pesante pure.
Page 112, *lig. 6*, mais, *lis.* quoique.
Page 116, *lig. 9*, rempli, *lis.* remplie.
Ibid. lig. 17, le jarre, *lis.* la jarre.
Page 121, *lig. 1*, considéré, *lis.* considérés.
Ibid. lig. 3, présentoit, *lis.* présentoient.
Page 122, *lig. 4*, premier. D'après HALEs, *lis.* premier d'après HALEs.
Page 135, *lig. 21*, M. MONNEL, *lis.* M. MONNET.
Page 154, *lig. 26*, que j'ai, *lis.* que j'aie.
Page 160, *lig. 16*, de leurs émonctoires, *lis.* des émonctoires des animaux.
Page 195, *lig. 19*, avec le gaz nitreux, *lis.* avec ces fels.
Page 219, *lig. 3*, le corps, *lis.* ce corps.
Page 225, *lig. 11*, sont, *lis.* soient.
Page 307, *lig. 13*, plusieurs eaux, *lis.* quelques eaux.
Page 321, *lig. 12*, les uns & les autres, *lis.* les uns sur les autres.
Page 325, *lig. 8*, caisse, *lis.* la cuve supérieure.
Page 348, *lig. 16*, dessécher, *lis.* dessiner.
Page 379, *avant-dern. lig.* que j'ai, *lis.* que j'aie.

Fig. 3.

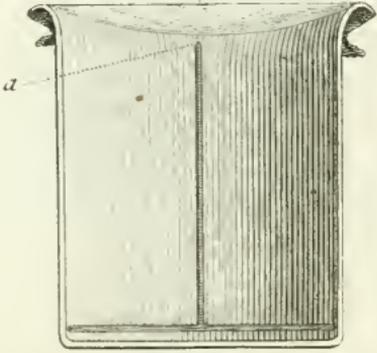


Fig. 1^{re}

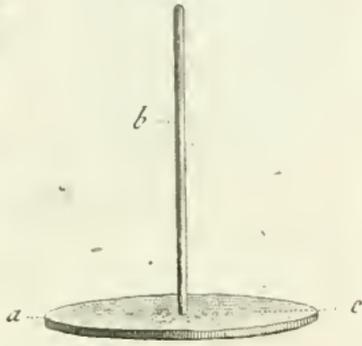


Fig. 2.

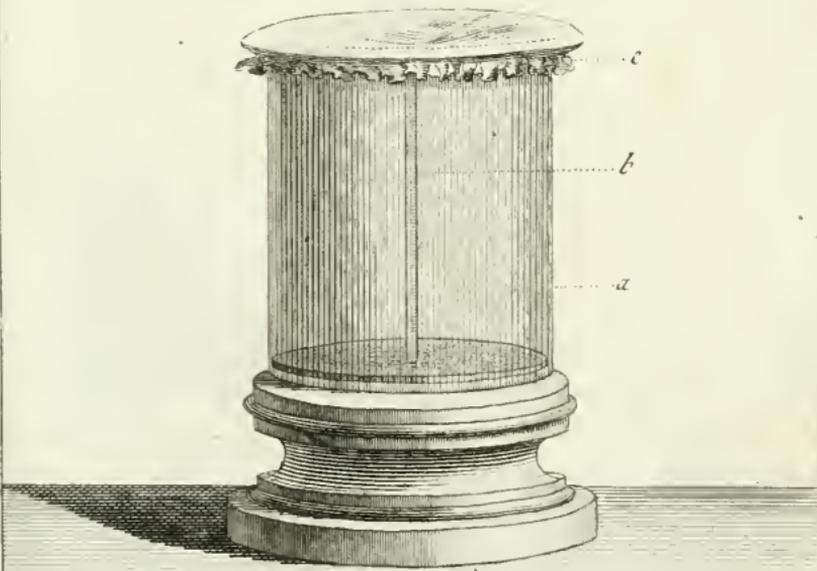


Fig. 4.

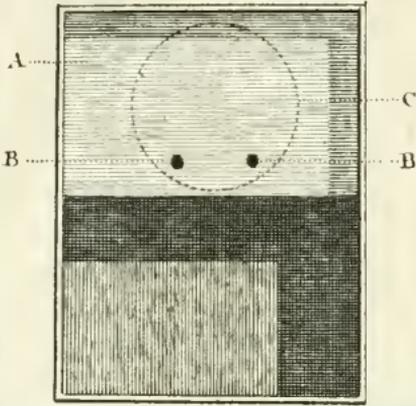


Fig. 1.

